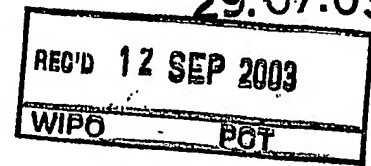


日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

29.07.03



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月 3日

出願番号
Application Number: 特願2003-270786

[ST. 10/C]: [JP 2003-270786]

出願人
Applicant(s): 日本精工株式会社

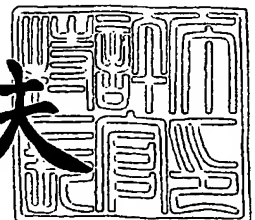
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P044744
【提出日】 平成15年 7月 3日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F16C 19/00
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
 【氏名】 稲葉 堅
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
 【氏名】 森田 康司
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
 【氏名】 矢倉 健二
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
 【氏名】 松山 直樹
【特許出願人】
 【識別番号】 000004204
 【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105647
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小栗 昌平
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100105474
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 本多 弘徳
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108589
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 市川 利光
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100115107
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高松 猛
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100090343
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗宇 百合子
 【電話番号】 03-5561-3990
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-226233
 【出願日】 平成14年 8月 2日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002910

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

軸を回転自在に支持する転がり軸受の内部に追加グリースを補給するグリース補給手段と

、
前記軸の回転速度に応じて、前記グリース補給手段が前記追加グリースを補給する補給タイミングを制御する制御手段と、を有することを特徴とする潤滑装置。

【請求項 2】

前記グリース補給手段は、前記転がり軸受内部へ径方向にグリースを補給する請求項 1 記載の潤滑装置。

【請求項 3】

前記グリース補給手段は、前記転がり軸受内部へ軸方向にグリースを補給する請求項 1 記載の潤滑装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、回転速度を複数の領域に分割して前記領域毎に加算値を設定し、測定された前記回転速度に対応する前記加算値を単位時間毎に積算して積算値を求め、前記積算値が所定値以上となった場合に前記グリース補給手段に前記追加グリース補給を指示する請求項 1～3 の何れか記載の潤滑装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記積算値をグリース補給時にリセットする請求項 4 記載の潤滑装置。

【請求項 6】

前記制御手段は、前記積算値のリセット回数を積算する請求項 5 記載の潤滑装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記軸の停止時は加算値を 0 とし積算を行わない請求項 4～6 の何れか記載の潤滑装置。

【請求項 8】

前記制御手段は、前記グリース補給手段内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御する請求項 1～7 の何れか記載の潤滑装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記グリース補給手段内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御し、

前記所定の回転速度は、前記複数の領域の最高回転速度領域の 1 つ下の回転速度領域中にある請求項 4～7 の何れか記載の潤滑装置。

【請求項 10】

軸と、

前記軸を回転自在に支持する転がり軸受と、

前記軸の回転速度を検出する回転センサと

前記回転速度に応じて、前記転がり軸受の内部に追加グリースを補給する潤滑装置と、を有することを特徴とする軸受装置。

【請求項 11】

前記潤滑装置は、前記転がり軸受内部へ径方向にグリースを補給する請求項 10 記載の軸受装置。

【請求項 12】

前記潤滑装置は、前記転がり軸受内部へ軸方向にグリースを補給する請求項 10 記載の軸受装置。

【請求項 13】

前記潤滑装置は、回転速度を複数の領域に分割して前記領域毎に加算値を設定し、測定された前記回転速度に対応する前記加算値を単位時間毎に積算して積算値を求め、

前記積算値が所定値以上となった場合に前記追加グリースを補給する請求項 10～12 の何れか記載の軸受装置。

【請求項 14】

前記潤滑装置は、前記積算値をグリース補給時にリセットする請求項 13 記載の軸受装置。

【請求項 15】

前記潤滑装置は、前記積算値のリセット回数を積算する請求項 14 記載の軸受装置。

【請求項 16】

前記潤滑装置は、前記軸の停止時は加算値を 0 とし積算を行わない請求項 13～15 の何れか記載の軸受装置。

【請求項 17】

前記潤滑装置は、前記潤滑装置内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御する請求項 10～16 の何れか記載の軸受装置。

【請求項 18】

前記潤滑装置は、前記潤滑装置内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御し、

前記所定の回転速度は、前記複数の領域の最高回転速度領域の 1 つ下の回転速度領域中にある請求項 13～16 の何れか記載の軸受装置。

【請求項 19】

グリース潤滑される回転体に追加グリースを補給するグリース補給方法であって、

回転速度を複数の領域に分割するステップと、

前記複数の回転速度領域毎に加算値を設定するステップと、

単位時間毎に前記回転体の実回転速度を測定するステップと、

前記実回転速度が前記複数の領域のうち、どの領域に含まれるかを決定するステップと

、前記実回転速度を含む領域に対応する前記加算値を積算して積算値を求めるステップと

、前記積算値が所定値以上となった場合に追加グリースを補給する指示を発するステップと、を有することを特徴とするグリース補給方法。

【請求項 20】

前記積算値をグリース補給時にリセットする請求項 19 記載のグリース補給方法。

【請求項 21】

前記積算値のリセット回数を積算する請求項 20 記載のグリース補給方法。

【請求項 22】

前記軸の停止時は加算値を 0 とし積算を行わない請求項 19～21 の何れか記載のグリース補給方法。

【請求項 23】

グリース残存量が所定値以下となった場合に、前記実回転速度が所定値以下となるように制御するステップを有する請求項 19～22 の何れか記載のグリース補給方法。

【請求項 24】

前記実回転速度の所定値は、前記複数の領域の最高回転速度領域の 1 つ下の回転速度領域中にある請求項 23 記載のグリース補給方法。

【請求項 25】

グリース潤滑される回転体に追加グリースを補給するグリース補給プログラムであって、

回転速度を複数の回転速度領域に分割するステップと、

前記複数の回転速度領域毎に加算値を設定するステップと、

単位時間毎に前記回転体の実回転速度を測定するステップと、

前記実回転速度が前記複数の領域のうち、どの領域に含まれるかを決定するステップと

、前記実回転速度を含む領域に対応する前記加算値を積算して積算値を求めるステップと

前記積算値が所定値以上となった場合に追加グリースを補給する指示を発するステップと、をコンピュータに実行させるためのグリース補給プログラム。

【請求項 26】

前記積算値をグリース補給時にリセットする請求項 25 記載のグリース補給プログラム。

【請求項 27】

前記積算値のリセット回数を積算する請求項 26 記載のグリース補給プログラム。

【請求項 28】

前記軸の停止時は加算値を 0 とし積算を行わない請求項 25～27 の何れか記載のグリース補給プログラム。

【請求項 29】

グリース残存量が所定値以下となった場合に、前記実回転速度が所定値以下となるように制御するステップを有する請求項 25～28 の何れか記載のグリース補給プログラム。

【請求項 30】

前記実回転速度の所定値は、前記複数の領域の最高回転速度領域の 1 つ下の回転速度領域中にある請求項 29 記載のグリース補給プログラム。

【請求項 31】

請求項 1～30 の何れかを使用した工作機械主軸用スピンドル。

【請求項 32】

請求項 1～30 の何れかを使用したモータ用主軸スピンドル。

【書類名】明細書

【発明の名称】潤滑装置及び軸受装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、高速回転する工作機械やモータの主軸等に用いられる転がり軸受等の回転体に追加グリースを補給する潤滑装置、および潤滑装置を備えた軸受装置に関する。また、本発明は、グリース潤滑される回転体に追加グリースを補給するグリース補給方法及びグリース補給プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械やモータには、主軸を回転自在に支持するための転がり軸受がその内部に組み込まれている。転がり軸受は、外輪軌道を有する外輪、内輪軌道を有する内輪、外輪軌道及び内輪軌道間に転動自在に配置された玉、ころ等の転動体、などから構成される。内輪又は外輪と、転動体との間には、潤滑剤が注入されており、転動体をスムーズに転動可能に構成している。

【0003】

転がり軸受の潤滑方法の一つとして、グリース潤滑が知られている。グリース潤滑は、粘性が高く流動性が低いグリースを潤滑剤として軸受内部に封入し、潤滑を行う方法である。一般に、一度封入されたグリースは、軸受が破損するまで交換されることは無い。このグリースは、軸受の運転に伴う発熱により、グリースの酸化、基油の揮発等が発生し、グリースが劣化する。グリースの劣化は、油膜切れの原因となり、油膜切れにより転がり軸受の軌道面で金属接触が生じる可能性がある。金属接触が起こると、軌道面が摩耗し、異常発熱が起こり、結果として、焼き付きが発生する。

【0004】

また、グリース潤滑の他に、流動性の高いオイルと空気を利用して、連続的に軸受内部に補給するオイルエア潤滑やオイルミスト潤滑という方法も知られている。これらは、常に新しい油が軸受内部に供給され、油が交換されるため、グリース潤滑における欠点である潤滑寿命がないという利点がある。しかし、流速の高い混合気を回転している軸受に直接吹き付けるため高周波成分を持つ不快音（風切り騒音）が発生し、さらに霧状になって排出されたオイルが大気を汚染するという問題がある。

【0005】

一般に、この工作機械用の転がり軸受は、運転時の温度上昇や温度変化が少ない方がよい。その理由としては、転がり軸受の温度変化によって、主軸が熱膨張し主軸の寸法が変わることにより、加工精度が低下してしまうという点が挙げられる。

【0006】

しかし、工作機械の主軸は、加工効率向上のため高速回転が要求されるため、転がり軸受の温度は激しく上昇する傾向にある。この温度上昇を防ぐため、グリース潤滑される転がり軸受では、グリースの封入量を少量にして、攪拌抵抗による温度上昇を低減させるようにしている。しかし、封入量が少量である場合には、グリースの酸化や基油の揮発が早期に発生し、潤滑不良により軸受が損傷しやすいという問題がある。

【0007】

この問題を鑑み、出願人は、グリース潤滑される運転中の転がり軸受に、外部より新しい追加グリースを微量かつ定量で補給する技術を提案している（特願2002-200172および特願2003-070338参照）。転がり軸受は、この追加グリースの補給により、補給を行わない場合よりも軸受の長寿命化が可能なことが確認されている。また、追加グリースの補給は、オイルエア潤滑、オイルミスト潤滑等のように不快な騒音や大気の汚染を生じさせないという利点がある。

【0008】

補給された追加グリースは、補給直後、軸受内部で馴染むまで攪拌抵抗により発熱するため1回の補給量は少ない方がよい。先述の通り、転がり軸受は、運転時の温度上昇や温

度変化が少ない方がよく、頻繁な温度上昇は加工精度の低下につながるため望ましくない。また、過剰なグリースを補給すると、軸受内およびスピンドル内に古いグリースが溜まりすぎ、温度が不安定になりやすいため、グリースの補給回数はなるべく少ない方がよい。

【0009】

このグリースの補給回数を減らすために、軸受の異常を検知したときにのみ追加グリースを補給する給脂装置が提案されている（特許文献1および特許文献2参照）。

【0010】

しかし、上記装置は、軸受に異常が発生した後に追加グリースを補給するものであるため、追加グリースを補給する時点で、既に軸受が損傷している可能性もある。軸受の損傷は、工作機械の軸振れ精度低下の原因となり、工作機械の加工精度が低下してしまう。このため、一般的なグリース補給装置は、潤滑不良によって軸受にわずかな損傷も発生しないように、軸受が使用される環境下で最も厳しい条件を基準として、一定の補給間隔毎にグリースを補給している。

【特許文献1】特開昭63-53397号公報

【特許文献2】特許3167034号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、軸受が使用される環境下で最も厳しい条件を基準として、所定の補給間隔毎にグリースを補給するように補給装置を設定すると、補給装置は、軸受の使用条件がそれほど過酷でない場合でも、過剰のグリースを軸受内部に補給してしまい、グリースが過剰となるという問題点がある。

【0012】

例えば、出願人による実験によると、軸受で支持された軸径65mmの軸を回転速度2000 min^{-1} で給脂無しで回転させると、100時間でグリースの劣化が起こり、軸受が損傷したが、18000 min^{-1} で給脂無しの場合には、その10倍にあたる1000時間で軸受が損傷した。よって、一定間隔毎の補給は、使用条件が過酷で無い場合には不効率なものとなり、補給回数の無駄な増加につながる。さらに、この補給回数の増加により補給された過剰なグリースは、軸受温度を不安定にしてしまう。

【0013】

また、上記設定では、軸受の稼働状態に関わらず、グリースを補給する。従って、停止している軸受内にも、どんどんグリースが補給されてしまうこととなる。従って、停止していた軸受が再稼働する際には、追加されたグリースにより、グリースの攪拌抵抗が増大してしまうため、急激な温度上昇が引き起こされてしまう。

【0014】

本発明は、上記問題点に鑑み、グリースの攪拌抵抗による影響を最小限に抑えけるとともに、軸受の長寿命化を図ることが可能な潤滑装置、潤滑装置を用いた軸受装置、グリース補給方法、及びグリース補給プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の上記目的は、以下の手段により達成される。

【0016】

(1) 軸を回転自在に支持する転がり軸受の内部に追加グリースを補給するグリース補給手段と、

前記軸の回転速度に応じて、前記グリース補給手段が前記追加グリースを補給する補給タイミングを制御する制御手段と、を有することを特徴とする潤滑装置。

【0017】

(2) 前記グリース補給手段は、前記転がり軸受内部へ径方向にグリースを補給する(1)記載の潤滑装置。

【0018】

(3) 前記グリース補給手段は、前記転がり軸受内部へ軸方向にグリースを補給する
(1) 記載の潤滑装置。

【0019】

(4) 前記制御手段は、回転速度を複数の領域に分割して前記領域毎に加算値を設定し、測定された前記回転速度に対応する前記加算値を単位時間毎に積算して積算値を求め、前記積算値が所定値以上となった場合に前記グリース補給手段に前記追加グリース補給を指示する(1)～(3)の何れか記載の潤滑装置。

【0020】

(5) 前記制御手段は、前記積算値をグリース補給時にリセットする(4)記載の潤滑装置。

【0021】

(6) 前記制御手段は、前記積算値のリセット回数を積算する(5)記載の潤滑装置。

【0022】

(7) 前記制御手段は、前記軸の停止時は加算値を0とし積算を行わない(4)～(6)の何れか記載の潤滑装置。

【0023】

(8) 前記制御手段は、前記グリース補給手段内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御する(1)～(7)の何れか記載の潤滑装置。

【0024】

(9) 前記制御手段は、前記グリース補給手段内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御し、
前記所定の回転速度は、前記複数の領域の最高回転速度領域の1つ下の回転速度領域中にある(4)～(7)の何れか記載の潤滑装置。

【0025】

(10) 軸と、
前記軸を回転自在に支持する転がり軸受と、
前記軸の回転速度を検出する回転センサと
前記回転速度に応じて、前記転がり軸受の内部に追加グリースを補給する潤滑装置と、
を有することを特徴とする軸受装置。

【0026】

(11) 前記潤滑装置は、前記転がり軸受内部へ径方向にグリースを補給する(10)記載の軸受装置。

【0027】

(12) 前記潤滑装置は、前記転がり軸受内部へ軸方向にグリースを補給する(10)記載の軸受装置。

【0028】

(13) 前記潤滑装置は、回転速度を複数の領域に分割して前記領域毎に加算値を設定し、測定された前記回転速度に対応する前記加算値を単位時間毎に積算して積算値を求め、

前記積算値が所定値以上となった場合に前記追加グリースを補給する(10)～(12)の何れか記載の軸受装置。

【0029】

(14) 前記潤滑装置は、前記積算値をグリース補給時にリセットする(13)記載の軸受装置。

【0030】

(15) 前記潤滑装置は、前記積算値のリセット回数を積算する(14)記載の軸受装置。

【0031】

(16) 前記潤滑装置は、前記軸の停止時は加算値を0とし積算を行わない(13)～(15)の何れか記載の軸受装置。

【0032】

(17) 前記潤滑装置は、前記潤滑装置内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御する(10)～(16)の何れか記載の軸受装置。

【0033】

(18) 前記潤滑装置は、前記潤滑装置内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御し、

前記所定の回転速度は、前記複数の領域の最高回転速度領域の1つ下の回転速度領域にある(13)～(16)記載の軸受装置。

【0034】

(19) グリース潤滑される回転体に追加グリースを補給するグリース補給方法であって、

回転速度を複数の領域に分割するステップと、

前記複数の回転速度領域毎に加算値を設定するステップと、

単位時間毎に前記回転体の実回転速度を測定するステップと、

前記実回転速度が前記複数の領域のうち、どの領域に含まれるかを決定するステップと

、前記実回転速度を含む領域に対応する前記加算値を積算して積算値を求めるステップと

、前記積算値が所定値以上となった場合に追加グリースを補給する指示を発するステップと、を有することを特徴とするグリース補給方法。

【0035】

(20) 前記積算値をグリース補給時にリセットする(19)記載のグリース補給方法。

【0036】

(21) 前記積算値のリセット回数を積算する(20)記載のグリース補給方法。

【0037】

(22) 前記軸の停止時は加算値を0とし積算を行わない(19)～(21)の何れか記載のグリース補給方法。

【0038】

(23) グリース残存量が所定値以下となった場合に、前記実回転速度が所定値以下となるように制御するステップを有する(19)～(22)の何れか記載のグリース補給方法。

【0039】

(24) 前記実回転速度の所定値は、前記複数の領域の最高回転速度領域の1つ下の回転速度領域中にある(23)記載のグリース補給方法。

【0040】

(25) グリース潤滑される回転体に追加グリースを補給するグリース補給プログラムであって、

回転速度を複数の回転速度領域に分割するステップと、

前記複数の回転速度領域毎に加算値を設定するステップと、

単位時間毎に前記回転体の実回転速度を測定するステップと、

前記実回転速度が前記複数の領域のうち、どの領域に含まれるかを決定するステップと

、前記実回転速度を含む領域に対応する前記加算値を積算して積算値を求めるステップと

、前記積算値が所定値以上となった場合に追加グリースを補給する指示を発するステップ

と、をコンピュータに実行させるためのグリース補給プログラム。

【0041】

(26) 前記積算値をグリース補給時にリセットする(25)記載のグリース補給プログラム。

【0042】

(27) 前記積算値のリセット回数を積算する(26)記載のグリース補給プログラム。

【0043】

(28) 前記軸の停止時は加算値を0とし積算を行わない(25)～(27)の何れか記載のグリース補給プログラム。

【0044】

(29) グリース残存量が所定値以下となった場合に、前記実回転速度が所定値以下となるように制御するステップを有する(25)～(28)の何れか記載のグリース補給プログラム。

【0045】

(30) 前記実回転速度の所定値は、前記複数の領域の最高回転速度領域の1つ下の回転速度領域中にある(29)記載のグリース補給プログラム。

【0046】

(31) (1)～(30)の何れかを使用した工作機械主軸用スピンドル。

【0047】

(32) (1)～(30)の何れかを使用したモータ用主軸スピンドル。

【0048】

本発明によれば、軸の回転速度に応じて、追加グリースを補給する補給タイミングを制御するので、転がり軸受の使用頻度に応じた間隔で、適切にグリースを補給することが可能となる。また、一定タイミングでグリースを補給する場合と比較し、無駄なグリース補給を避けグリース補給回数を減少することが可能である。したがって、過剰なグリースを補給することなく、最適な間隔でグリースを補給することができ、軸受の焼き付き等を未然に防ぎ、かつ軸受温度を安定に保つことが可能となる。

【0049】

また、本発明によれば、グリースの補給方向が径方向である場合であっても、軸方向である場合であっても同じように適用することが可能である。

【0050】

また、本発明によれば、回転速度に応じて加算値を設定し、実測の回転速度に応じて加算値を積算し、積算値が所定値以上となった場合にグリースを補給するので、転がり軸受の使用頻度に応じた間隔で、適切にグリースを補給することが可能となる。また、一定タイミングでグリースを補給する場合と比較し、無駄なグリース補給を避けグリース補給回数を減少することが可能である。したがって、過剰なグリースを補給することなく、最適な間隔でグリースを補給することができ、軸受の焼き付き等を未然に防ぎ、かつ軸受温度を安定に保つことが可能となる。

【0051】

また本発明によれば、前記積算値はグリース補給時にリセットされて、再度積算値の積算を開始する。したがって、一旦始動させたら、意図的に停止するまで、上記アルゴリズムに従ってグリース補給を行うため、ユーザがグリース補給タイミングを意識することなく利用することができ、ユーザの手間を削減することが可能となる。

【0052】

また本発明によれば、前記積算値のリセット回数を積算することにより、何回グリース補給したかについて認識することが可能である。したがって、グリース補給手段内のグリース残量を把握することができ、メンテナンス時間を予測することが可能となる。

【0053】

また本発明によれば、前記軸の停止時は加算値を0とし積算を行わない。したがって、

長期間軸受装置を使用していないときにグリースを補給するといった不具合の発生を避けることが可能となる。

【0054】

また本発明によれば、前記グリース補給手段内のグリース残量が所定値以下になったときに前記軸の回転速度を所定の回転速度以下となるように制御する。したがって、グリース残量が減少しメンテナンスが必要なような場合には、前記軸の回転速度を所定回転速度以下となるように制御する。これにより、メンテナンスが行われ、グリースがグリース補給手段に補充されるまでは、回転速度を落としてやることによりグリース補給間隔が自ずと長くなる。したがって、少ないグリースを長時間にわたって補給することが可能になり、メンテナンス等が必要な場合に、高い回転速度で軸が回転することによって、軸受が焼きついてしまう等の故障の発生を未然に防ぐことが可能となる。

【0055】

また本発明によれば、前記所定の回転速度は、前記複数の領域の最高回転速度領域の1つ下の回転速度領域中にある。このように、前記軸の回転速度を所定回転速度以下となるように制御する制御においては、最高回転速度領域で回転している主軸の回転速度を一つ下の回転速度領域に落とす制御が最も有効である。すなわち、最高回転速度領域で回転している軸の回転速度を落としてやることにより、グリースの消費量を抑え、軸受が焼きついてしまう等の故障の発生を未然に防ぐことが可能となる。

【発明の効果】

【0056】

以上、本発明の潤滑装置、潤滑装置を用いた軸受装置、グリース補給方法、及びグリース補給プログラムによれば、グリースの攪拌抵抗による影響を最小限に抑えけるとともに、軸受の長寿命化を図ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0057】

以下、図面を参照しながら本発明に係る実施形態について詳細に説明する。

【0058】

(第1実施形態)

以下、本発明に係る第1実施形態の潤滑装置としてのグリース補給システムについて説明する。

【0059】

図1は、本発明に係る第1実施形態の軸受装置100の断面図である。軸受装置100は、主軸101と、ハウジング102と、主軸101に外嵌し、且つハウジング102に内嵌したアンギュラ玉軸受110、110とを有している。主軸101は、アンギュラ玉軸受110、110を介して、ハウジング102に対し回転可能である。

【0060】

主軸101は、図示せぬモータ等の回転駆動機構に接続されており、回転駆動機構の駆動により回転する。本実施形態では、主軸101の最高回転速度は、 22000 min^{-1} に設定されている。

【0061】

各アンギュラ玉軸受110は、内輪113、外輪114、転動体としての玉115、及び、保持器116を有している。内輪113は、主軸101に外嵌しており、外周側に玉115を案内する内輪軌道113aを有している。外輪114は、ハウジング102に内嵌しており、内周側に玉115を案内する外輪軌道114aを有している。

【0062】

玉115は、内輪113の内輪軌道113aと外輪114の外輪軌道114aとの間に転動自在に配置されている。保持器116は、玉115を円周方向等間隔に転動自在に保持している。外輪114は、テーパ部114cを軸方向片側に有している。以下、テーパ部が形成された軸方向一方を正面側、他方を背面側と呼ぶこととする。本実施形態においては、一对のアンギュラ玉軸受110は、それぞれの背面側が対向配置される、いわゆる

背面組合せ形（DB）で配置されている。

【0063】

アンギュラ玉軸受110, 110の各内輪113間及び各外輪114間には、それぞれ主軸101及びハウジング102に沿って配置された内輪間座105及び外輪間座106が配置されている。各内輪113及び内輪間座105、並びに、各外輪114及び外輪間座106は、内輪押さえ部材103, 107及び外輪押さえ部材104により付勢され、各軸受には予圧が与えられている。内輪押さえ部材103及び外輪押さえ部材104の間には、図示せぬ間隙が形成されており、両押さえ部材間にラビリンスを形成している。

【0064】

ハウジング102上には、アンギュラ玉軸受110, 110の内部に補給される追加グリースを蓄えるグリースタンク120, 120が設けられている。グリースタンク120には、給脂ノズル122が連通している。給脂ノズル122は、ハウジング102を貫通する貫通孔102aを介して、アンギュラ玉軸受110, 110の各外輪114, 114に形成された補給孔114b内に差し込まれている。各グリースタンク120の内部に貯蔵された追加グリースの上面には、ピストン121が配置されている。追加グリースは、ピストン121の動作に従い、給脂ノズル122及び補給孔114bを介して、径方向にアンギュラ玉軸受110内へ補給される。

【0065】

軸受装置100には、主軸101の回転速度を検出する回転センサ40が組み付けられている。回転センサ40は、主軸101に対向し、主軸101上に形成された、スリット、磁石、突起等の検出マークを検出することにより主軸101の回転速度に対応するパルス信号を生成する。

【0066】

図2は、本実施形態の潤滑装置としてのグリース補給システムを示すブロック図である。本グリース補給システムは、抵抗型給脂装置10、制御装置20、回転センサ40、グリースタンク120、給脂ノズル122、ソレノイドバルブ130、及び、コンプレッサ140とを有する。

【0067】

抵抗型給脂装置10は、制御装置20からの指示に従い、ソレノイドバルブ130, 130の開閉制御を行う。抵抗型給脂装置10は、制御装置20からグリース補給指示を受けると、所定時間ソレノイドバルブ130, 130を開く。

【0068】

コンプレッサ140は、ソレノイドバルブ130が開状態の場合、ソレノイドバルブ130, 130を介してグリースタンク120, 120にエアを補給し、各グリースタンク120内のピストン121に圧力を加える。圧力を加えられたピストン121は、グリースタンク120内のグリースを下流に押し込むことにより、給脂ノズル122を介して、軸受装置100の内部に追加グリースを補給する。一方、ソレノイドバルブ130が閉状態の場合、コンプレッサ140からのエアは、ソレノイドバルブ130で遮断される。この場合、グリースタンク120には圧力が伝達されず、追加グリースは軸受装置100内に補給されない。

【0069】

図3は、本実施形態の制御装置20の詳細を示すブロック図である。制御装置20は、CPU21、パルス検出器22、及び、RAM23を有している。

【0070】

パルス検出器22は、回転センサ40からのパルス信号を基に、単位時間（本実施形態では1秒）毎に、すなわち、リアルタイムで軸受装置100の主軸101の回転速度を算出する。パルス検出器22は、算出した主軸101の回転速度データを単位時間毎にCPU21に送出する。

【0071】

RAM23は、所定のプログラムやデータを記憶するための不揮発性の記憶部であり、

制御装置 20 の電源がオフとなっても、電池等の補助電源により、記憶内容を保持する。本実施形態では、グリース補給間隔の可変制御プログラムが RAM 23 に保存されている。RAM 23 には、制御装置 20 に接続されたコンピュータ等の外部機器 30 からアクセス可能であり、外部機器 30 を介して、プログラム等を書き換え可能に構成されている。外部機器 30 は、LAN、インターネット等のネットワークを介して接続されていてもよい。

【0072】

CPU 21 は、制御装置 20 の各部を統括的に制御する。CPU 21 は、RAM 23 に保存された可変制御プログラムを起動し、パルス検出器 22 から回転速度データを受け取る毎に、可変制御プログラムに従い、グリース補給タイミング算出のための処理を行う。

【0073】

本実施形態の可変制御プログラムは、回転速度領域を、“停止領域”、“低速領域”、及び、“高速領域”の 3 領域に分け、それぞれの回転速度領域毎に所定の加算値を有している。具体的に、“停止領域”とは主軸 101 の回転速度が 0 min^{-1} である領域、“低速領域”とは主軸 101 の回転速度が 0 min^{-1} より大きく 18000 min^{-1} 以下である領域、そして“高速領域”とは主軸 101 の回転速度が 18000 min^{-1} より大きい領域を指す。ここでは、“停止領域”に 0、“低速領域”に 1、そして“高速領域”に 10 がそれぞれ加算値として与えられている。

【0074】

CPU 21 は、可変制御プログラムに従い、主軸 101 の回転速度が与えられる毎に、その時点での回転速度がどの回転速度領域に属しているか判断する。そして、対応する回転速度領域に対応する加算値を、RAM 23 に保存された積算値に加える。そして、CPU 21 は、積算値が所定の上限以上となったとき、抵抗型給脂装置 10 にグリース補給指示を送る。

【0075】

ここでは、積算値の上限は、900000 に設定されている。この値は、高速領域での連続運転時では、25 時間で補給が行われる値である。これは、主軸 101 の最高回転速度 22000 min^{-1} での軸受破壊時間が 100 時間であり、安全をみこして破壊時間に対し 20~40% の値にグリース補給時間が収まるように積算値の上限及び高速領域の加算値 (10) を決定している。また、低速領域の加算値 (1) は、低速領域と高速領域の境界値 18000 min^{-1} での破壊時間が 1000 時間であることを考慮し、軸受装置 100 が低速領域内で連続運転される場合には、破壊時間の 25% に相当する 250 時間でグリースが補給されるように積算値の上限及び低速領域の加算値を決定している。

【0076】

図 4 は、本実施形態のグリース補給タイミング算出のための処理を示すフローチャートである。以下、本実施形態のグリース補給タイミング算出アルゴリズム (プログラム) について説明する。

【0077】

制御装置 20 のパルス検出器 22 は、回転センサ 40 のパルス信号をもとに、1 秒毎に主軸 101 の回転速度を算出し、CPU 21 に回転速度データを送る。CPU 21 は、回転速度データを受信し、読み込む (ステップ S1)。

【0078】

回転速度データを読み込んだ CPU 21 は、まず軸 101 が停止しているかどうかを判断する (ステップ S2)。ここで、停止している場合には、RAM 23 に保存されている積算値に 0 を加え (ステップ S3)、ステップ S4 に移行する。一方、停止していない場合には、ステップ S3 を迂回し、ステップ S4 に移行する。

【0079】

次に、CPU 21 は、軸 101 の回転速度が低速領域にあるかどうかを判断する (ステップ S4)。ここで、低速領域にある場合には、RAM 23 に保存されている積算値に 1 を加え (ステップ S5)、ステップ S6 に移行する。一方、低速領域にない場合には、ス

テップ S 5 を迂回し、ステップ S 6 に移行する。

【0080】

次に、CPU 21 は、軸 101 の回転速度が高速領域にあるかどうかを判断する（ステップ S 6）。ここで、高速領域にある場合には、RAM 23 に保存されている積算値に 10 を加え（ステップ S 7）、ステップ S 8 に移行する。一方、高速領域にない場合には、ステップ S 7 を迂回し、ステップ S 8 に移行する。

【0081】

そして、CPU 21 は、RAM 23 に保存されている積算値を確認し、積算値が 900000 以上となっているかどうかを判断する（ステップ S 8）。積算値が 900000 以上となった場合には、抵抗型給脂装置 10 にグリース補給指示（給脂指令）を送り（ステップ S 9）、積算値を 0 にリセットする（ステップ S 10）。そして、次の回転速度データの到着を待ち、回転速度データを受け取るためステップ S 1 に戻る。一方、積算値が 900000 より小さい場合には、回転速度データの到着を待ち、回転速度データを受け取るためステップ S 1 に戻る。

以上により、制御装置 20 は、グリース補給タイミングを算出し、抵抗型給脂装置 10 にグリース補給指示を送出する。

【0082】

その後、抵抗型給脂装置 10 は、ソレノイドバルブ 130、130 にバルブ開信号を送出し、ソレノイドバルブ 130、130 を所定時間の間だけ閉状態から開状態に変更する。ソレノイドバルブ 130、130 が開状態になると、コンプレッサ 140 から送出されるエアは、ソレノイドバルブ 130、130 を介してグリースタンク 120、120 に補給され、グリースタンク 120、120 内のピストン 121、121 に圧力を加える。圧力を加えられたピストン 121 は、グリースタンク 120 内のグリースを下流に押し込むことにより、給脂ノズル 122 を介して、軸受装置 100 の内部に追加グリースを補給する。所定時間が経過すると、抵抗型給脂装置 10 は、ソレノイドバルブ 130、130 を閉状態にして追加グリース補給を終了する。

【0083】

図 5 は、本実施形態のグリース補給動作を示すタイムチャートである。図 5 (a) は回転速度の時間変化を、図 5 (b) は積算値の時間変化を、図 5 (c) は、上記本実施形態のグリース補給タイミング算出アルゴリズムに基づき決定された補給タイミングを、図 5 (d) は、一定間隔（25 時間）毎に補給を行う場合の補給タイミングを、それぞれ示す図である。

【0084】

図 5 (a) 及び図 5 (b) からわかるように、主軸 101 の回転速度が高速領域にある場合には、積算値の増加の傾きは大きく、主軸 101 の回転速度が低速領域にある場合には、積算値の増加の傾きは小さい。また、主軸 101 が停止している場合には、積算値は増加しない。すなわち、回転速度が速い場合には、積算値の増加が速いため、グリース補給間隔が短くなり、回転速度が遅い場合には、積算値の増加が遅いため、グリース補給間隔が長くなる。また、主軸 101 が回転しない場合には、グリースは補給されない。

【0085】

また、図 5 (c) 及び図 5 (d) を比較すると、本実施形態に従った場合には、主軸 101 の回転速度に応じて、グリースの補給が為されているが、所定時間毎に補給する場合には、回転速度の大きさ、または、回転の有無に関わらず、定期的にグリースが補給されることとなる。本実施形態では、軸受装置の回転頻度、すなわち、グリースの劣化状態に応じて適切にグリースを補給しているが、従来の方法では、グリースの劣化状態に関係なくグリースを補給していることがわかる。このように本実施形態によれば、補給回数を従来に比べて減少し、且つ、適切なタイミングでグリースを補給することが可能となる。

【0086】

以上、本実施形態によれば、主軸 101 の回転速度を 1 秒ごとに読み取る。回転速度領域は、回転速度に応じて、“停止領域”、“低速領域”、“高速領域”の 3 領域に分けられてお

り、それぞれの領域に応じた加算値を積算値に加える。そして、積算値が所定値以上となった場合にのみ、制御装置 20 は、追加グリース補給を抵抗型給脂装置 10 に指示する。従って、軸受装置の回転頻度、すなわち、グリースの劣化状態に応じて適切にグリースを補給することが可能となる。また、制御装置 20 は、主軸 101 が回転していない場合には、積算値に 0 を加えることにより、積算値を増加させない。これにより、主軸 101 が非回転状態にあるときに、グリースを補給するような無駄は発生しない。従って、過剰グリースの攪拌抵抗による無駄な発熱を抑えることが可能である。よって、異常昇温による軸受の焼付等の故障を未然に防止し、主軸 101 の取付け精度を高い状態に維持し軸受の長寿命化が可能となる。

【0087】

なお、本実施形態においては、グリース補給装置として、抵抗型給脂装置を使用したか、これに限られず、積算値が所定値以上となったときに、軸受 110、110 にグリースを補給可能な装置であればなんでもよい。例えば、定量吐出型の給脂装置等を用いることが可能である。

【0088】

また、本実施形態においては、背面組合せ形のアンギュラ玉軸受 110、110 を用いたが、これに限られず、正面組合せ形のアンギュラ玉軸受を用いてもよい。また、他の種類の玉軸受やころ軸受等のその他の転がり軸受を用いてもよい。

【0089】

また、本実施形態では、加算値を高速領域で 10、低速領域で 1、停止時に 0 としたが、これに限られず、主軸 101 及び軸受 110 の使用状態に応じて、適宜所望の値を設定することが可能である。また、積算値の最大値についても、使用状態や耐久性等を考慮して、所望の値に設定することが可能である。

【0090】

また、本実施形態では、1 秒毎に回転速度を算出したが、適宜所望の値に設定することが可能である。

【0091】

(第 2 実施形態)

以下、本発明に係る第 2 実施形態の潤滑装置としてのグリース補給システムについて説明する。なお、本実施形態において、第 1 実施形態に挙げた要素と同一の要素については重複を避け、記載の説明を適宜省略する。

【0092】

本実施形態では、グリース補給システムの構造は、第 1 実施形態の構造と同一である。本実施形態では、制御装置 20 内で起動、実行されるグリース補給タイミングの可変制御プログラムが一部異なる。

【0093】

本実施形態の可変制御プログラムは、回転速度領域を、“停止領域”、“低速領域”、“中速領域”、及び、“高速領域”の 4 領域に分け、それぞれの回転速度領域毎に所定の加算値を有している。具体的に、“停止領域”とは主軸 101 の回転速度が 0 min^{-1} である領域、“低速領域”とは主軸 101 の回転速度が 0 min^{-1} より大きく 14000 min^{-1} 以下である領域、“中速領域”とは主軸 101 の回転速度が 14000 min^{-1} より大きく 18000 min^{-1} 以下である領域、そして“高速領域”とは主軸 101 の回転速度が 18000 min^{-1} より大きい領域を指す。ここでは、“停止領域”に 0、“低速領域”に 0.1、“中速領域”に 1、そして“高速領域”に 10 がそれぞれ加算値として与えられている。

【0094】

CPU 21 は、可変制御プログラムに従い、主軸 101 の回転速度が与えられる毎に、その時点での回転速度がどの回転速度領域に属しているか判断する。そして、対応する回転速度領域に与えられた加算値を、RAM 23 に保存された積算値に加える。そして、CPU 21 は、積算値以上となったとき、抵抗型給脂装置 10 にグリース補給指示を送る。ここでも、第 1 実施形態と同様に、積算値の上限は、900000 に設定されている。

【0095】

図6は、本実施形態のグリース補給タイミング算出のための処理を示すフローチャートである。以下、本実施形態のグリース補給タイミング算出アルゴリズムについて説明する。

【0096】

制御装置20のパルス検出器22は、回転センサ40のパルス信号をもとに、1秒毎に主軸101の回転速度を算出し、CPU21に回転速度データを送る。CPU21は、回転速度データを受信し、読み込む(ステップS11)。

【0097】

回転速度データを読み込んだCPU21は、まず軸101が停止しているかどうかを判断する(ステップS12)。ここで、停止している場合には、RAM23に保存されている積算値に0を加え(ステップS13)、ステップS14に移行する。一方、停止していない場合には、ステップS13を迂回し、ステップS14に移行する。

【0098】

次に、CPU21は、軸101の回転速度が低速領域にあるかどうかを判断する(ステップS14)。ここで、低速領域にある場合には、RAM23に保存されている積算値に0.1を加え(ステップS15)、ステップS16に移行する。一方、低速領域にない場合には、ステップS15を迂回し、ステップS16に移行する。

【0099】

次に、CPU21は、軸101の回転速度が中速領域にあるかどうかを判断する(ステップS16)。ここで、中速領域にある場合には、RAM23に保存されている積算値に1を加え(ステップS17)、ステップS18に移行する。一方、中速領域にない場合には、ステップS17を迂回し、ステップS18に移行する。

【0100】

次に、CPU21は、軸101の回転速度が高速領域にあるかどうかを判断する(ステップS18)。ここで、高速領域にある場合には、RAM23に保存されている積算値に10を加え(ステップS19)、ステップS20に移行する。一方、高速領域にない場合には、ステップS19を迂回し、ステップS20に移行する。

【0101】

そして、CPU21は、RAM23に保存されている積算値を確認し、積算値が900000以上となっているかどうかを判断する(ステップS20)。積算値が900000以上となった場合には、抵抗型給脂装置10にグリース補給指示(給脂指令)を送り(ステップS21)、積算値を0にリセットする(ステップS22)。そして、次の回転速度データの到着を待ち、回転速度データを受け取るためステップS11に戻る。一方、積算値が900000より小さい場合には、回転速度データの到着を待ち、回転速度データを受け取るためステップS11に戻る。

【0102】

以上により、制御装置20は、グリース補給タイミングを算出し、抵抗型給脂装置10にグリース補給指示を送出する。

【0103】

その後、抵抗型給脂装置10は、ソレノイドバルブ130、130にバルブ開信号を送出し、ソレノイドバルブ130、130を所定時間の間だけ閉状態から開状態に変更する。ソレノイドバルブ130、130が開状態になると、コンプレッサ140から送出されるエアは、ソレノイドバルブ130、130を介してグリースタンク120、120に補給され、グリースタンク120、120内のピストン121、121に圧力を加える。圧力を加えられたピストン121は、グリースタンク120内のグリースを下流に押し込むことにより、給脂ノズル122を介して、軸受装置100の内部に追加グリースを補給する。所定時間が経過すると、抵抗型給脂装置10は、ソレノイドバルブ130、130を閉状態にして追加グリース補給を終了する。

【0104】

図7は、本実施形態のグリース補給動作を示すタイムチャートである。図7(a)は回転速度の時間変化を、図7(b)は積算値の時間変化を、図7(c)は、本実施形態のグリース補給タイミング算出アルゴリズムに基づき決定された補給タイミングを、図7(d)は、一定間隔(25時間)毎に補給を行う場合の補給タイミングを、それぞれ示す図である。

【0105】

図7(a)及び図7(b)からわかるように、主軸101の回転速度が高速領域にある場合には、積算値の増加の傾きは大きく、主軸101の回転速度が中速領域にある場合には、積算値の増加の傾きは小さく、主軸101の回転速度が低速領域にある場合には、積算値の増加の傾きは微少である。また、主軸101が停止している場合には、積算値は増加しない。すなわち、回転速度が速い場合には、積算値の増加が速いため、グリース補給間隔が短くなり、回転速度が遅い場合には、積算値の増加が遅いため、グリース補給間隔が長くなる。また、主軸101が回転しない場合には、グリースは補給されない。

【0106】

また、図7(c)及び図7(d)を比較すると、本実施形態に従った場合には、主軸101の回転速度に応じて、グリースの補給が為されているが、所定時間毎に補給する場合には、回転速度の大きさ、または、回転の有無に関わらず、定期的にグリースが補給されることとなる。本実施形態では、軸受装置の回転頻度、すなわち、グリースの劣化状態に応じて適切にグリースを補給しているが、従来の方法では、グリースの劣化状態に関係なくグリースを補給していることがわかる。このように本実施形態によれば、補給回数を従来に比べて減少し、且つ、適切なタイミングでグリースを補給することが可能となる。

【0107】

以上、本実施形態によれば、主軸101の回転速度を1秒ごとに読み取る。回転速度領域は、回転速度に応じて、“停止領域”、“低速領域”、“中速領域”、“高速領域”の4領域に分けられており、それぞれの領域に応じた加算値を積算値に加える。そして、積算値が所定値以上となった場合にのみ、制御装置20は、追加グリース補給を抵抗型給脂装置10に指示する。従って、軸受装置の回転頻度、すなわち、グリースの劣化状態に応じて適切にグリースを補給することが可能となる。また、制御装置20は、主軸101が回転していない場合には、積算値に0を加えることにより、積算値を増加させない。これにより、主軸101が非回転状態にあるときに、グリースを補給するような無駄は発生しない。従って、過剰グリースの攪拌抵抗による無駄な発熱を抑えることが可能である。よって、異常昇温による軸受の焼付等の故障を未然に防止し、主軸101の取付け精度を高い状態に維持し軸受の長寿命化が可能となる。

【0108】

また、本実施形態では、回転速度領域を4段階に分けて、加算値を設定しているため、第1実施形態に比べて、実際の回転状況に応じて、より精度よくグリース補給タイミングを決定することが可能となる。

【0109】

なお、本実施形態においては、グリース補給装置として、抵抗型給脂装置を使用したか、これに限られず、積算値が所定値以上となったときに、軸受110、110にグリースを補給可能な装置であればなんでもよい。例えば、定量吐出型の給脂装置等を用いることが可能である。

【0110】

また、本実施形態においては、背面組合せ形のアンギュラ玉軸受110、110を用いたが、これに限られず、正面組合せ形のアンギュラ玉軸受を用いてもよい。また、他の種類の玉軸受やころ軸受等のその他の転がり軸受を用いてもよい。

【0111】

また、本実施形態では、加算値を高速領域で10、中速領域で1、低速領域で0.1、停止時に0としたが、これに限られず、主軸101及び軸受110の使用状態に応じて、適宜消耗の値を設定することが可能である。また、積算値の最大値についても、使用状態

や耐久性等を考慮して、所望の値に設定することが可能である。

【0112】

また、本実施形態では、回転速度領域を4段階に分けて、加算値を設定しているが、これに限られず、状況に応じて、回転速度領域の分割数を適宜設定してもよい。例えば、使用中の回転速度の変化が大きいものについては、分割数を増やすことにより、実際のグリースの劣化状況に即したグリース補給を行うことが容易になると考えられる。回転速度が殆ど変化しないものについては、例えば、“停止領域”と“可動領域”の二つの領域のみを用いることも可能である。

【0113】

また、本実施形態では、1秒毎に回転速度を算出したが、適宜所望の値に設定することが可能である。

【0114】

(第3実施形態)

以下、本発明に係る第3実施形態の潤滑装置としてのグリース補給システムについて説明する。

【0115】

図8は、本発明に係る第3実施形態の軸受装置200の断面図である。軸受装置200は、主軸201と、ハウジング202と、主軸201に外嵌し、且つハウジング202に内嵌したアンギュラ玉軸受210、210とを有している。主軸201は、アンギュラ玉軸受210、210を介して、ハウジング202に対し回転可能である。

【0116】

主軸201は、図示せぬモータ等の回転駆動機構に接続されており、回転駆動機構の駆動により回転する。本実施形態では、主軸201の最高回転速度は、 22000 min^{-1} に設定されている。

【0117】

各アンギュラ玉軸受210は、内輪213、外輪214、転動体としての玉215、及び保持器216を有している。内輪213は、主軸201に外嵌しており、外周側に玉215を案内する内輪軌道213aを有している。外輪214は、ハウジング202に内嵌しており、内周側に玉215を案内する外輪軌道214aを有している。

【0118】

玉215は、内輪213の内輪軌道213aと外輪214の外輪軌道214aとの間に転動自在に配置されている。保持器216は、玉215を円周方向等間隔に転動自在に保持している。外輪214は、テーパ部214cを軸方向片側に有している。本実施形態においては、一对のアンギュラ玉軸受210は、それぞれの背面側が対向配置される、いわゆる背面組合せ形(DB)で配置されている。

【0119】

アンギュラ玉軸受210、210の各内輪213及び外輪214間には、それぞれ主軸201及びハウジング202に沿って配置された内輪間座205及び外輪間座206が配置されている。内輪213及び内輪間座205、並びに、外輪214及び外輪間座206は、内輪押さえ部材203、207及び外輪押さえ部材204により付勢され、各軸受には予圧が与えられている。内輪押さえ部材203及び外輪押さえ部材204の間には、図示せぬ間隙が形成されており、両押さえ部材間にラビリンスを形成している。

【0120】

本実施形態の外輪間座206には、ハウジング202から径方向に形成された補給孔202a、202a、及び、補給孔206a、206aと連通し、アンギュラ玉軸受210、210の側面に開口した補給孔206b、206bが形成されている。

【0121】

ハウジング202上には、アンギュラ玉軸受210、210の内部にそれぞれ補給される追加グリースを蓄えるグリースタンク120、120が設けられている。グリースタンク120、120には、それぞれ給脂ノズル122、122が連通している。各給脂ノズ

ル122は、ハウジング202を貫通する貫通孔202aを介して、外輪間座206に形成された補給孔206a内にその先端が差し込まれている。追加グリースは、ピストン121の動作に従い、給脂ノズル122及び補給孔206a及び206bを介して、略軸方向にアンギュラ玉軸受210内へ補給される。

【0122】

軸受装置200には、主軸201の回転速度を検出する回転センサ40が組み付けられている。回転センサ40は、主軸201に対向し、主軸201上に形成された、スリット、磁石、突起等の検出マークを検出することにより主軸201の回転速度に対応するパルス信号を生成する。

【0123】

軸受装置200以外の構造は、第1実施形態または第2実施形態に記載したものと同一である。本実施形態では、第1実施形態のように、回転速度領域を3分割して、グリース補給タイミングを決定してもよいし、第2実施形態のように、回転速度領域を4分割して、グリース補給タイミングを決定してもよい。

【0124】

上記の軸受装置200についても、第1実施形態又は第2実施形態と同様に、グリース補給タイミングを決定することにより、無駄な追加グリース補給を省き、適切なタイミングでグリースを補給することにより、グリース補給回数を減少させることが可能である。

【0125】

(第4実施形態)

以下、図9～図15を参照しながら、本発明に係る第4実施形態の潤滑装置としてのグリース補給システムについて説明する。

【0126】

図9は、本実施形態のグリース補給システム300を示す図であり、図10は、本実施形態のグリース補給システム300が取り付けられた主軸装置150を示す図である。グリース補給システム300は、複数の転がり軸受を介して主軸171を回転可能に支承するスピンドル装置である主軸装置150にグリース補給ユニット310が併設された構成となっている。

【0127】

この主軸装置150は、主軸ハウジング161内に外輪溝付きタイプのアンギュラ玉軸受151及び補給孔が片側に1本設けられた円筒ころ軸受152を用いて主軸171を支持している。なお、図10の主軸装置150は、例示のために異種の軸受を用いているが、同種の軸受のみから構成するようにしてもよい。

【0128】

主軸ハウジング161は、ハウジング本体162と、ハウジング本体162の前端(図中左側)に内嵌固定された前側軸受ハウジング163と、ハウジング本体162の後側(図中右側)に内嵌固定された後側ハウジング164とを備えている。前側軸受ハウジング163の端部には、外輪押さえ部材165及び内輪押さえ部材166が設けられており、外輪押さえ部材165と内輪押さえ部材166との間には、ラビリンスが形成されている。主軸ハウジング161の後端面は、カバー170によって覆われている。

【0129】

主軸171は、前側軸受ハウジング163に外嵌する2つのアンギュラ玉軸受151、151と、後側軸受ハウジング164に外嵌する1つの円筒ころ軸受152に内嵌することにより、主軸ハウジング161によって回転自在に支承されている。2つのアンギュラ玉軸受151、151の外輪間には、外輪間座180が配置されており、また内輪間には、内輪間座176が配置されている。

【0130】

主軸171の軸方向の略中央部には、ロータ186が外嵌固定されている。ロータ186の外周面側には、ステータ187が所定距離離れて同軸配置されている。ステータ187は、ステータ187の外周面側に配置されたステータ固定部材188を介してハウジン

グ本体 162 に固定されている。ハウジング本体 162 とステータ固定部材 188 との間には、主軸 171 の周方向に沿う方向に複数の溝 178 が形成されている。この複数の溝 178 内には、ステータ 187 の冷却用の冷媒が流される。

【0131】

同様に、ハウジング本体 162 と前側軸受ハウジング 163 との間であって、アンギュラ玉軸受 151、151 の外周側にあたる部位には、ハウジングおよび軸受冷却用の冷媒が流される複数の溝 177 が形成されている。

【0132】

この主軸ハウジング 161 の後端面には、軸受 151、151、152 のそれぞれにグリース補給を行うためのグリースが供給される 3 個のグリース補給口 192 が周方向に沿って開口している（図 16 には一つのみ図示）。これらの 3 つのグリース補給口 192 は、ハウジング本体 162、前側軸受ハウジング 163 及び後側軸受ハウジング 164 内に形成されたグリース補給路 193a、193b、193c にそれぞれ連通している（図 16 では、便宜上、各グリース補給路 193a、193b、193c を同一断面に図示している）。これにより、本実施形態のスピンドル装置 150 は、外部に設けられたグリース補給ユニット 310 からグリース補給管 340 を介して主軸ハウジング 161 内にグリース補給可能に構成されている。

【0133】

グリース補給路 193a は、単列円筒ころ軸受 152 の外輪側に対応して形成された開口 196 に連通しており、グリース補給路 193b は、前側（図左側）に配置されたアンギュラ玉軸受 151 の外輪側に対応して形成された開口 194 に連通しており、またグリース補給路 193c は、後側（図中央）に配置されたアンギュラ玉軸受 151 の外輪側に対応して形成された開口 195 に連通している。これにより、グリース補給ユニット 310 から補給されたグリースは、各軸受 151、151、152 の外輪側まで独立に補給される。開口 194、195、196 は、各軸受 151、151、152 に形成された補給孔に連通しており、グリースは補給孔を介して軸受空間内部に独立に補給される。

【0134】

次にグリース補給システム 300 について説明する。グリース補給システム 300 は、エア源 301 からグリース補給ユニット 310 にエアを供給し、グリース補給ユニット 310 内のグリースを主軸装置 150 に補給するものである。以下に、グリース補給システム 300 を構成する各部材について詳細に説明を行う。

【0135】

エア源 301 とグリース補給ユニット 310 との間には、エアフィルタ 302、レギュレータ 303、ソレノイドバルブ 304、およびエア用圧力センサ 305 が設けられている。まず、エア源 301 とグリース補給ユニット 310 との間に設けられた各部材について説明を行う。

【0136】

エアフィルタ 302 は、エア源 301 から送り出されたエア中の塵埃等を除去するためのフィルタである。エアフィルタ 302 を通過したエアは、レギュレータ 303 に送られる。

【0137】

レギュレータ 303 は、上流から送られてきたエアの圧力を所定の設定値に調節するためのものである。レギュレータ 303 により適切な圧力とされたエアは、ソレノイドバルブ 304 に送られる。

【0138】

ソレノイドバルブ 304 は、エア源 301 側から送られてくるエアを下流に設置されたグリース補給ユニット 310 側に送り出すエア供給路 330 を開閉するためのバルブである。このソレノイドバルブ 304 は、外部に設置された制御器 306 から送られる電流に応じて開閉動作する。ソレノイドバルブ 304 の開閉条件については、後述する。

【0139】

エア用圧力センサ305は、ソレノイドバルブ304の下流側近傍に設けられている。このエア用圧力センサ305は、ソレノイドバルブ304を介してグリース補給ユニット310側に流れるエアの圧力を検出し、監視するためのセンサとして機能する。具体的には、エア用圧力センサ305は、検出した圧力が所定圧力以上となると、ON信号を制御器306に送出する。これにより、エア用圧力センサ305は、所定圧力以上のエアがソレノイドバルブ304からグリース補給ユニット310側に流れていることを制御器306に通知する。

【0140】

グリース補給ユニット310は、主軸装置150の各軸受151, 151, 152にグリースを補給するユニットである。このグリース補給ユニット310は、グリース用圧力センサ311と、レベルセンサ312と、図示せぬピストンを内部に有し、グリースを貯蔵するグリースタンク313と、グリースタンク313内のグリースを一定量ずつ吐出する定量吐出装置314と、を備えている。

【0141】

グリース補給ユニット310には、図9中に示すエア供給路330を介して、エア源301からエアが供給される。このエアは、主軸装置150に補給されるグリースを所定量貯蔵するための容器であるグリースタンク313および定量吐出装置314に供給される。グリースタンク313は、グリースタンク313内にエアが流入すると、グリースタンク313内に設けられたピストンがエアによって押圧され、グリースタンク313内のグリースを加圧する。そして、加圧されたグリースは、定量吐出装置314に送り出され、定量吐出装置314内に充填される。

【0142】

定量吐出装置314には、グリースタンク313と同様に、ソレノイドバルブ304がONとなると、エアが供給される。供給されたエアは、内部に設けられた図示せぬピストンを押圧し、内部に充填されたグリースを一定量ずつグリース補給管340（図9では、3本図示）に送り出すように構成されている。これら3本のグリース補給管340は、主軸装置150に開口したグリース補給孔192を介してグリース補給路193a, 193b, 193cにそれぞれ連通している。定量吐出装置314から吐出されたグリースは、グリース補給管340を介してグリース補給路193a, 193b, 193cに送られ、そして主軸装置150内部の各軸受151, 151, 152内部にグリースが補給される。

【0143】

ここで、ソレノイドバルブ304がONとなった後の動作を簡単に説明する。ソレノイドバルブ304がONとなると、エア源301からのエアがグリースタンク313および定量吐出装置314に供給され、グリースタンク313および定量吐出装置314に設けられ各ピストンを押圧する。この状態で、グリースタンク313内部のグリースは、加圧された状態となる。一方、定量吐出装置314内のピストンは、定量吐出装置314内のグリースを加圧し、主軸装置150へグリース補給を行う。そして、ソレノイドバルブ304がOFFとなると、定量吐出装置314内のピストンが元の位置に戻る。このとき、グリースタンク313内のエア圧を一定時間保持できる機構とすることにより、グリースタンク313内のピストンに圧力が負荷された状態となり、加圧されていたグリースが定量吐出装置314内に充填される。この充填されたグリースは、次のグリース補給時に用いられる。以上が、ソレノイドバルブ304の開閉動作にともなうグリースタンク313および定量吐出装置314内のグリースの移動の説明である。

【0144】

グリース用圧力センサ311は、グリースタンク313内から定量吐出装置314に送り出されるグリース圧力を検出するセンサである。このグリース圧力センサ311は、このグリース圧力を検出することにより、グリース補給ユニット310に流入したエアによってグリースタンク313内のピストンが正常に作動しているかどうかを監視する。具体的には、グリース用圧力センサ311は、検出した圧力が所定圧力以上となると、ON信

号を制御器 3 0 6 に送出する。これにより、グリース用圧力センサ 3 1 1 は、所定圧力以上のエアがソレノイドバルブ 3 0 4 側からグリース補給ユニット 3 1 0 内に流入し、グリースタンク 3 1 3 内のピストンが正常に作動したことを制御器 3 0 6 に通知する。

【0 1 4 5】

レベルセンサ 3 1 2 は、上述のグリースタンク 3 1 3 内のグリース残量を監視するためのセンサである。具体的に、レベルセンサ 3 1 2 は、グリースタンク 3 1 3 内のグリース残量が、例えばグリースタンク容量の 5 % 以下に低下すると、OFF 信号を制御器 3 0 6 に送出する。これにより、レベルセンサ 3 1 2 は、グリースタンク 3 1 3 内のグリース残量が残り少なくなり、補給、メンテナンス等の時期が近づいていることを制御器 3 0 6 に通知する。

【0 1 4 6】

主軸装置 1 5 0 には、主軸の回転速度を検出するための回転センサ 3 2 1 が取り付けられている。回転センサ 3 2 1 は、主軸に対向し、主軸上に形成された、スリット、磁石、突起等の検出マークを検出することにより主軸の回転速度に対応するパルス信号を生成する。検出したパルス信号は、制御器 3 0 6 に送出される。

【0 1 4 7】

制御器 3 0 6 は、本グリース補給システム 3 0 0 を統括制御するためのコントローラである。制御器 3 0 6 は、エア用圧力センサ 3 0 5、グリース用圧力センサ 3 1 1、レベルセンサ 3 1 2 および回転センサ 3 2 1 から、ON/OFF 情報および回転速度情報を受信可能に構成されており、これらから受け取った信号に応じて、ソレノイドバルブ 3 0 4 開閉動作および主軸装置 1 5 0 の主軸回転速度等を制御する。

【0 1 4 8】

また、制御器 3 0 6 には、表示装置 3 0 7、メモリ 3 0 8 及び入力装置 3 0 9 が接続されている。

【0 1 4 9】

この表示装置 3 0 7 は、制御器 3 0 6 から送られる信号を表示し、グリース補給システム 3 0 0 の状態をユーザに知らせるためのものである。表示装置 3 0 7 は、制御器 3 0 6 内部での判断結果を表示し、ユーザに本グリース補給システム 3 0 0 の動作状況を通知したり、警告を発してユーザに注意を喚起したりする。

【0 1 5 0】

メモリ 3 0 8 には、主軸装置 1 5 0 にグリースを補給するためのプログラムが保存されている。制御器 3 0 6 は、回転センサ 3 2 1 から送られる回転速度情報を受け取る毎に（本実施形態では、0.8 秒毎に回転速度情報を受け取る毎に）、プログラムに従い、グリース補給タイミング算出のための処理を行うように構成されている。

【0 1 5 1】

本実施形態のプログラムは、回転速度領域を、“低速領域”、“中速領域”、及び“高速領域”の 3 領域に分け、それぞれの回転速度領域毎に所定の加算値を有している。具体的に、“低速領域”とは主軸装置 1 5 0 の主軸 1 7 1 の回転速度が 0 min^{-1} 以上かつ 1200 min^{-1} 以下である領域（停止状態を含む），“中速領域”とは主軸装置 1 5 0 の主軸の回転速度が 1200 min^{-1} より大きくかつ 1800 min^{-1} 以下である領域、そして“高速領域”とは主軸 1 7 1 の回転速度が 1800 min^{-1} より大きい領域を指す。ここでは、“低速領域”に 1、“中速領域”に 2、そして“高速領域”に 10 がそれぞれ加算値として与えられている。

【0 1 5 2】

制御器 3 0 6 は、プログラムに従い、主軸 1 7 1 の回転速度が与えられる毎に、その時点での回転速度がどの回転速度領域に属しているか判断する。そして、対応する回転速度領域に対応する加算値を、メモリ 3 0 8 に保存された積算値に加える。そして、制御器 3 0 6 は、積算値が所定の上限以上となったとき、ソレノイドバルブ 3 0 4 に所定の電流を流すことにより、ソレノイドバルブ 3 0 4 を開状態とし、エア源 3 0 1 からグリース補給ユニット 3 1 0 へのエア供給を行い、定量吐出装置 3 1 4 内のグリースを主軸装置 1 5 0

内の各軸受へ補給する。そして、制御器306は、所定時間後にソレノイドバルブ304を閉状態とし、グリースタンク313から定量吐出装置314へのグリース供給が行われる。

【0153】

ここでは、積算値の上限は、例えば900000に設定されている。この値は、高速領域での連続運転時では、25時間で補給が行われる値である。これは、主軸の最高回転速度 22000 min^{-1} での軸受破壊時間が100時間であり、安全をみこして破壊時間に対し20～40%の値にグリース補給時間が収まるように積算値の上限及び高速領域の加算値(10)を決定している。また、低速領域の加算値(1)は、中速領域と高速領域の境界値 18000 min^{-1} での破壊時間が1000時間であることを考慮し、主軸装置150が低速領域内で連続運転される場合には、破壊時間の25%に相当する250時間でグリースが補給されるように積算値の上限及び低速領域の加算値を決定している。すなわち、本実施形態では、グリース補給システム300の電源がONであれば、主軸が停止している状態であっても、最長250時間で自動的にグリースが補給されるように構成されている。

【0154】

入力装置309は、制御器306を介してグリース補給システム300を操作するための入力装置であり、スタート釦、リスタート釦、リセット釦等の各種釦から構成されている。ユーザは、これらの釦を介してグリース補給システム300を操作可能に構成されている。

【0155】

つぎに、図11～図15に示すフローチャートを参照しながら、本実施形態のグリース補給システム300の制御動作について説明を行う。

【0156】

まず図11を参照して説明を行う。まず、グリース補給システム300の動作を開始すると、制御器306は、主軸装置150に設けられた回転センサ321から定期的に送られてくる回転速度情報を受け取り、この回転速度情報に基づき主軸装置150の主軸171の回転速度を読み取る(ステップS31)。

【0157】

そして、読み取った回転速度を基に積算値Nに積算する加算値を決定し、積算処理を行う(ステップS32)。

【0158】

図12は、ステップ32の積算処理の内容を示すフローチャートである。ここでは、検出した主軸の回転速度が、“低速領域”、“中速領域”、及び“高速領域”の3領域に分けられた回転速度領域のどれに該当するかに応じて、加算値を決定する。

【0159】

まず、ステップS41において、検出した主軸の回転速度が低速領域(ここでは、0を含み 12000 min^{-1} 以下の領域)であるかどうかを判断する。そして検出した主軸の回転速度が、低速領域に該当すれば積算値Nに1を加えて積算処理を終了する(ステップS42)。

【0160】

一方、検出した主軸の回転速度が、低速領域に該当しなかった場合には、ステップS43に移行し、検出した主軸の回転速度が中速領域(ここでは、 12000 min^{-1} より大きく 18000 min^{-1} 以下の領域)であるかどうかを判断する。そして検出した主軸の回転速度が、中速領域に該当すれば積算値Nに2を加えて積算処理を終了する(ステップS44)。

【0161】

また、検出した主軸の回転速度が中速領域に該当しなければ、主軸の回転速度は高速領域にあると判断し、積算値Nに10を加えて積算処理を終了する(ステップS45)。

【0162】

再度、図11に戻って説明を行う。ステップS32で積算処理が終了すると、制御器306は、積算値Nが所定値より小さいかどうかについて、例えば900000より小さいかどうかについての判断を行う（ステップS33）。ここで、積算値が所定値より小さい場合には、ステップS31に戻り、所定時間後再度回転速度を読み込んで、ステップS32で積算処理を行う。

【0163】

一方、積算値Nが所定値、ここでは900000以上である場合には、グリース補給タイミングであると判断して、ステップS34に移行する。

【0164】

まず、ステップS34では、制御器306は、積算値Nをリセットして0に戻す。そして、ステップS35にて、制御器306は、ソレノイドバルブ304に所定の電流を流しソレノイドバルブ304を開動作させる（ステップS35）。これにより、ソレノイドバルブ304を介してエアがグリース補給ユニット310に供給され、グリース補給ユニット310内の定量吐出装置314内のピストンを押し下げる。これにより、定量吐出装置314内のグリースが、主軸装置150内部の各転がり軸受の軸受空間内に補給される。また、同時に制御器306は、内部に設けられたグリースショット回数をカウントするグリースショットカウンタの積算値に1を加える。その後、ソレノイドバルブ304は、所定時間後に閉状態となると、定量吐出装置314内のピストンは初期位置に戻るとともに、グリースタンク313から次回供給用のグリースが定量吐出装置314内に供給される。

【0165】

ここで、ソレノイドバルブ304が開となると、制御器306は、ステップS36、S37およびS38において、エア用圧力センサ305、グリース用圧力センサ311、およびレベルセンサ312からのON・OFF信号の有無を確認し、グリース補給が正常に行われているかどうかについてのチェックを行う。以下、各各チェック動作毎に説明を行う。

【0166】

図13は、エア用圧力センサ305によるエア圧力チェック動作を説明するためのフローチャートである。

【0167】

まず、制御器306は、エア用圧力センサ305からON信号を受信したかどうかを確認する（ステップS51）。ここで、エア用圧力センサ305がON、すなわち、エア用圧力センサ305の測定エア圧力が所定値以上となっていると、正常なエア圧力が供給されていると判断し、ステップS52に移行して、エア用圧力センサ305のOFF回数のカウントを0にリセットして、チェックを終了する。

【0168】

一方、エア用圧力センサ305がOFF、すなわち、エア用圧力センサ305の測定エア圧力が所定値より小さくなっていると、制御器306は、正常なエア圧力が供給されていないと判断し、エア用圧力センサ305のOFF回数のカウントを1加算する（ステップS53）。

【0169】

そして、ステップS54にて、エア用圧力センサ305のOFF回数が3となっているかどうかを判断する。これは、エア用圧力センサ305のOFF回数は、再トライに何回失敗したかを示すカウンタとなっており、カウンタが2回以下であれば、ステップS35に移行し、ソレノイドバルブ304を再度開動作する。

【0170】

一方、エア用圧力センサ305のカウンタが3回となっていると、3回ソレノイドバルブ304の開動作をトライしても圧力が所定値とならず、異常が発生していると判断する。そして、ステップS55にて“アラーム1”を表示装置307に表示する。ここで、表示される“アラーム1”は、例えば「確認！エアの圧力不足です。エアの圧力を確認して下さい

い。」と表示され、レギュレータ 303 の設定エア圧が適切であるかどうか、またはエア供給路 330 に何らかの異常がないかどうか等の確認を行うようユーザに促す。

【0171】

そして、ステップ S56 にて、制御器 306 は、主軸装置 150 の主軸 171 の最高回転速度の設定を、中速領域 (12000 min^{-1} より大きく 18000 min^{-1} 以下の領域) の回転速度、例えば 15000 min^{-1} で回転するように回転速度を落とさせるように制御する。すなわち、初期状態では最高回転速度が例えば 22000 min^{-1} に設定されていた場合であっても、最高回転速度を 15000 min^{-1} に制限し、主軸装置 150 の主軸 171 がそれ以上の回転速度で回転しないように制限する。

【0172】

これにより、グリースが補給されないことによるグリース不足により、軸受の焼き付き等が生じにくくなるような制御が行われる。ここで、回転速度の上限を中速領域の最大値 18000 min^{-1} となるように制御してもよい。

【0173】

そして、この状態の後には、ステップ S57 にて、ユーザが何らかの対処を行い、入力装置 309 中のリスタート釦が押されるまで待機する。このリスタート釦が押されると、制御器 306 は、表示装置 307 に表示されていたアラーム 1 の表示をリセットし (ステップ S58)、エア用圧力センサ 305 の OFF 回数を 0 に再設定し (ステップ S59)、ステップ S56 で設定された回転速度制限を解除して (ステップ S60)、ステップ S35 に戻り、再度ソレノイドバルブ 304 を開動作する。

【0174】

エア用圧力センサ 305 のチェック動作についての説明は以上である。

【0175】

次に、グリース用圧力センサ 311 のグリース圧力チェック動作について説明する。図 14 は、グリース用圧力センサ 311 のチェック動作を説明するためのフローチャートである。

【0176】

まず、制御器 306 は、グリース用圧力センサ 311 から ON 信号を受信したかどうかを確認する (ステップ S61)。ここで、グリース用圧力センサ 311 が ON、すなわち、グリース用圧力センサ 311 の圧力が所定値以上となっていると、グリースタンク 313 内のピストンが正常に作動していると判断し、そのままチェックを終了する。

【0177】

一方、グリース用圧力センサ 311 が OFF、すなわち、グリース用圧力センサ 311 の圧力が所定値より小さくなっていると、グリースタンク 313 内のピストンが正常に動作しておらず、定量吐出装置 314 にグリースが供給されていないと判断し、ステップ S62 にて「アラーム 2」を表示装置 307 に表示する。

【0178】

ここで、表示される「アラーム 2」は、例えば「異常! グリースタンクの圧力不足です。サービスマンに至急連絡をして下さい。回転速度の上限を 15000 min^{-1} で制限します」と表示され、至急対処を行うようにユーザに促す。

【0179】

そして、ステップ S63 にて、制御器 306 は、主軸装置 150 の主軸 171 の最高回転速度の設定を、中速領域 (12000 min^{-1} より大きく 18000 min^{-1} 以下の領域) の回転速度、例えば 15000 min^{-1} で回転するように回転速度を落とさせるように制御する。すなわち、初期状態では最高回転速度が例えば 22000 min^{-1} に設定されていた場合であっても、最高回転速度を 15000 min^{-1} に制限し、主軸装置 150 の主軸 171 がそれ以上の回転速度で回転しないように制限する。

【0180】

これにより、グリースが補給されないことによるグリース不足により、軸受の焼き付き等が生じにくくなるような制御が行われる。ここで、回転速度の上限を中速領域の最大値

18000 min^{-1} となるように制御してもよい。

【0181】

そして、この状態の後、ステップS64にて、ユーザが何らかの対処を行い、入力装置309中のアラーム解除釦が押されるまで待機する。このアラーム解除釦が押されると、制御器306は、ステップS65にて表示装置307に表示されていたアラーム2の表示をリセット（アラーム3、4が表示されている場合にはこれらも同時にリセット）し、グリースショット回数カウンタを0にリセットし（ステップS66）、ステップS63で設定された回転速度制限を解除して（ステップS67）、グリース用圧力センサ311のチェック動作を終了する。

【0182】

次に、レベルセンサ312のチェック動作について説明する。図15は、レベルセンサ312のチェック動作を説明するためのフローチャートである。

【0183】

まず、制御器306は、レベルセンサ312からOFF信号を受信したかどうかを確認する（ステップS71）。ここでレベルセンサ312がON状態であれば、グリースタンク313内のグリース残量は、十分な量（ここでは、グリースタンク容量の5%以上）であると判断し、そのままレベルチェック動作を終了する。

【0184】

一方、レベルセンサ312がOFFである場合には、グリースタンク313内のグリース残量が、グリースタンク容量の5%未満であり、グリース補給ユニット及び主軸スピンドルのメンテナンスのタイミングが近づいていると判断し、ステップS72にて“アラーム3”を表示装置307に表示する。

【0185】

ここで、表示される“アラーム3”は、例えば「注意！補給ユニット、スピンドルのメンテナンス時期が近いです。サービスマンに連絡して下さい。」と表示され、ユーザにメンテナンスを行うように促す。

【0186】

そして、グリースショット回数カウンタに1を加算（ステップS73）し、カウンタを確認し、現在までのグリースショットが30回より少ないかどうかを判断する（ステップS74）。ここで、グリースショット回数が30回より少なければ、問題無しとしてレベルチェックを終了する。

【0187】

一方、グリースショット回数が30回目であれば、至急グリース補給ユニット310および主軸装置150のメンテナンスが必要であると判断し、ステップS75にて“アラーム4”を表示装置307に表示する。

【0188】

ここで、表示される“アラーム4”は、例えば「警告！補給ユニット、スピンドルのメンテナンスが必要です。至急サービスマンに連絡して下さい。回転速度の上限を15000 min^{-1} で制限します。」と表示され、ユーザにメンテナンスを行うように強く促す。

【0189】

そして、ステップS76にて、制御器306は、主軸装置150の主軸171の最高回転速度の設定を、中速領域（12000 min^{-1} より大きく18000 min^{-1} 以下の領域）の回転速度、例えば15000 min^{-1} で回転するように回転速度を落とさせるように制御する。すなわち、初期状態では最高回転速度が例えば22000 min^{-1} に設定されていた場合であっても、最高回転速度を15000 min^{-1} に制限し、主軸装置150の主軸171がそれ以上の回転速度で回転しないように制限する。

【0190】

これにより、グリースタンク313内のグリース残量が少なくなった場合であっても回転速度を落としてやることによりグリース補給スパンを長くしてグリース消費量を抑制し、グリース不足により軸受の焼き付き等が生じにくくなるような制御が行われる。ここで

、回転速度の上限を中速領域の最大値 18000 min^{-1} となるように制御してもよい。

【0191】

主軸 171 の回転速度が変更された後には、図 14 のステップ S64 に移行し、以後メンテナンスが終了した後は、ステップ S64 移行の動作を行って、正常状態に復帰する。

【0192】

制御器 306 は、ステップ S36、S37 および S38 において、エア用圧力センサ 305、グリース用圧力センサ 311、およびレベルセンサ 312 からの ON・OFF 信号の有無を確認し、グリース補給が正常に行われているかどうかについてのチェックを行い、グリースが主軸装置 150 に補給されたことを確認すると、ソレノイドバルブ開動作から所定時間後にソレノイドバルブを閉状態とし、ステップ S31 に戻って、積算値の積算動作を再開する。

【0193】

本実施形態では、以上の動作を繰り返すことにより、主軸装置 150 への断続的なグリース補給が行われる。

【0194】

以上説明したように、本実施形態によれば、主軸の回転速度を所定時間毎に読み取り、回転速度領域は、回転速度に応じて“低速領域”、“中速領域”、“高速領域”の 3 領域に分けられており、それぞれの領域に応じた加算値を積算値に加える。そして、積算値が所定値以上となった場合にのみ、主軸装置 150 に追加グリース補給を行う。

【0195】

したがって、主軸装置 150 の回転速度、すなわち、グリースの劣化状態に応じて適切にグリースを補給することが可能となる。また、制御器 306 は、主軸が回転していない場合であっても、積算値に 1 を加えることにより、積算値を増加させる。これにより、主軸 101 が非回転状態にあるときであっても、グリース補給を行う最大時間長が定められている。したがって、主軸装置が停止している場合であっても、電源が ON になっていれば最大時間長内にグリースが補給されるため、停止→加速→一定速→減速→停止といったサイクルであっても常に安定したグリースを補給することが可能となる。

【0196】

また、本実施形態によれば、エア用圧力センサ 305 およびグリース用圧力センサ 311 を設け、これらのエア用圧力センサ 305、グリース用圧力センサ 311 の検出状態に応じて、適切なアラームを表示装置 307 上に表示させるように構成したため、ユーザがメンテナンス時期に特に気を使わなくても、適切なタイミングでユーザに適切なアドバイスをを行い、グリース補給システム 300 を常に正常な状態に保つことが可能となる。これにより、メンテナンス不足による追加グリースの欠如等により生じる恐れのある軸受の破損を未然に防ぐことが可能となる。

【0197】

また、積算値のリセット回数を積算することにより、グリースタンク内のグリース残量を推定することが可能となり、表示装置 307 にグリース残量を表示することも可能となり、メンテナンスの時期を予測することができる。

【0198】

また、本実施形態によれば、主軸の回転状態及び異常検出のレベルに応じて、主軸の回転速度を高速領域よりも一つ下の回転領域中の回転速度に落とすように構成している。すなわち、高速領域で回転していた場合には、一つ下の速度領域である中速領域中の回転速度に落とす。これにより、グリースタンク 313 内のグリース残量が少なくなった場合であっても回転速度を落としてやることによりグリース補給スパンを長くしてグリース消費量を抑制し、グリース不足により軸受の焼き付き等が生じにくくなるような制御が行われ、その焼き付きが生じる可能性を低減させることが可能となる。

【0199】

なお、本実施形態では、加算値を高速領域で 10、中速領域で 2、低速領域で 1 としたが、これに限られず、主軸及び軸受の使用状態に応じて、適宜消耗の値を設定することが

可能である。また、積算値の最大値についても、使用状態や耐久性等を考慮して、所望の値に設定することが可能である。

【0200】

また、本実施形態では、回転速度領域を3段階に分けて、加算値を設定しているが、これに限られず、状況に応じて、回転速度領域の分割数を適宜設定してもよい。例えば、使用中の回転速度の変化が大きいものについては、分割数を増やすことにより、実際のグリースの劣化状況に即したグリース補給を行うことが容易になると考えられる。

【0201】

また、本実施形態では、エア圧を利用してグリース補給を行うグリース供給ユニット310を用いたが、これに限られることはなく、エア駆動以外のグリース補給ユニットを用いて、本実施形態と同様のグリース補給タイミングでグリース補給を行うように構成してもよい。

【0202】

また、本実施形態では、主軸装置150を例示して、グリース補給に関する説明を行ったが、これに限られることはなく、その他の工作機械主軸用スピンドル、モータ用主軸スピンドル等に適用してもよい。

【0203】

また、本実施形態では、0.8秒毎に回転速度を算出するとして説明を行ったが、これに限られることもなく、状況に応じた任意の時間間隔で回転速度の算出を行うように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0204】

【図1】本発明に係る第1実施形態の軸受装置の断面図である。

【図2】本発明に係る第1実施形態のグリース補給システムを示すブロック図である。

【図3】本発明に係る第1実施形態の制御装置の詳細を示すブロック図である。

【図4】本発明に係る第1実施形態のグリース補給タイミング算出のための処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明に係る第1実施形態のグリース補給動作を示すタイムチャートである。

【図6】本発明に係る第2実施形態のグリース補給タイミング算出のための処理を示すフローチャートである。

【図7】本発明に係る第2実施形態のグリース補給動作を示すタイムチャートである。

【図8】本発明に係る第3実施形態の軸受装置の断面図である。

【図9】本発明に係る第4実施形態のグリース補給システムを示すブロック図である。

【図10】本発明に係る第4実施形態のグリース補給システムが適用される主軸装置を示す図である。

【図11】本発明に係る第4実施形態の制御フローを示すフローチャートである。

【図12】本発明に係る第4実施形態の積算処理を示すフローチャートである。

【図13】本発明に係る第4実施形態のエア圧力チェックを示すフローチャートである。

【図14】本発明に係る第4実施形態のグリース圧力チェックを示すフローチャートである。

【図15】本発明に係る第4実施形態のレベルチェックを示すフローチャートである。

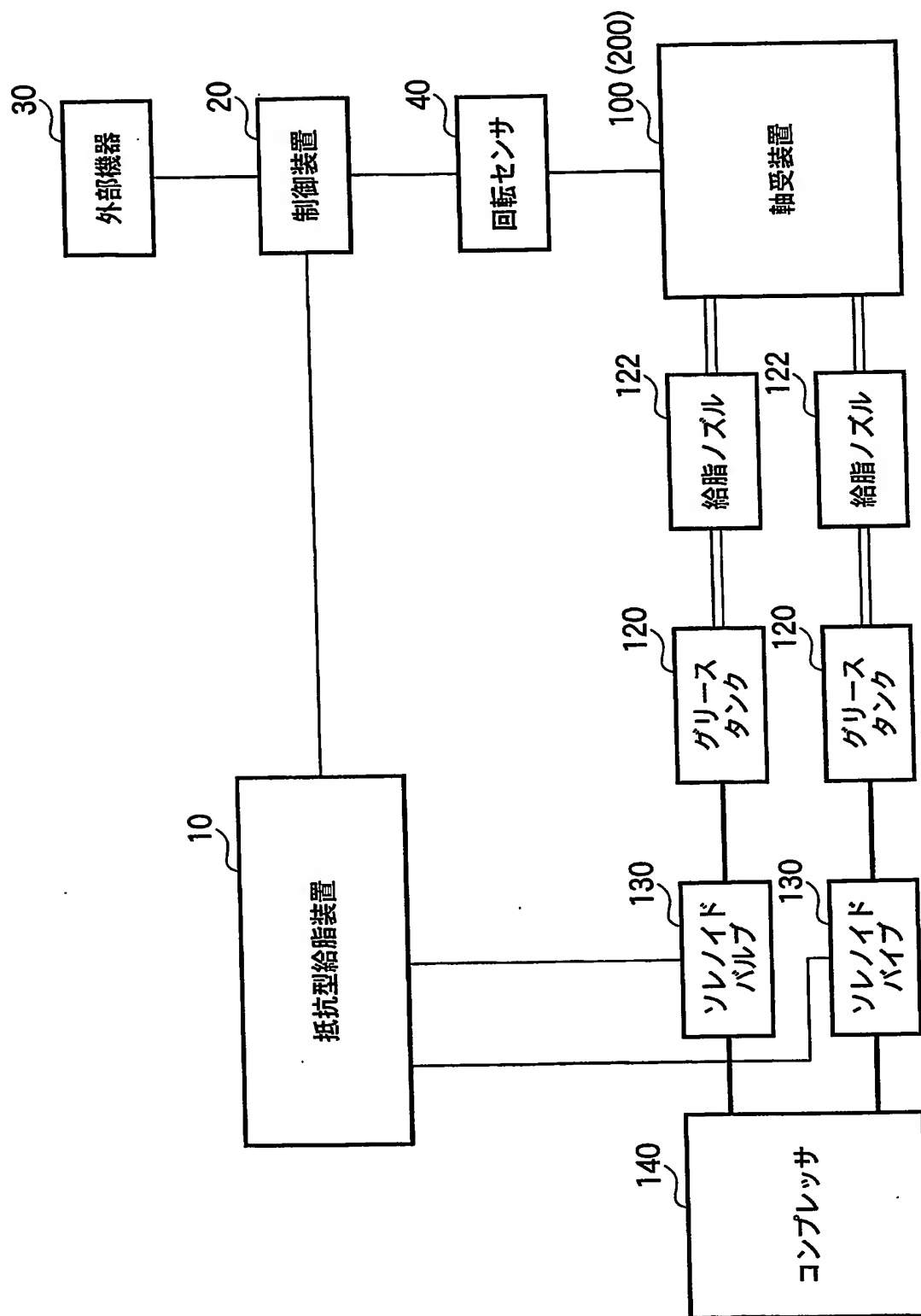
【符号の説明】

【0205】

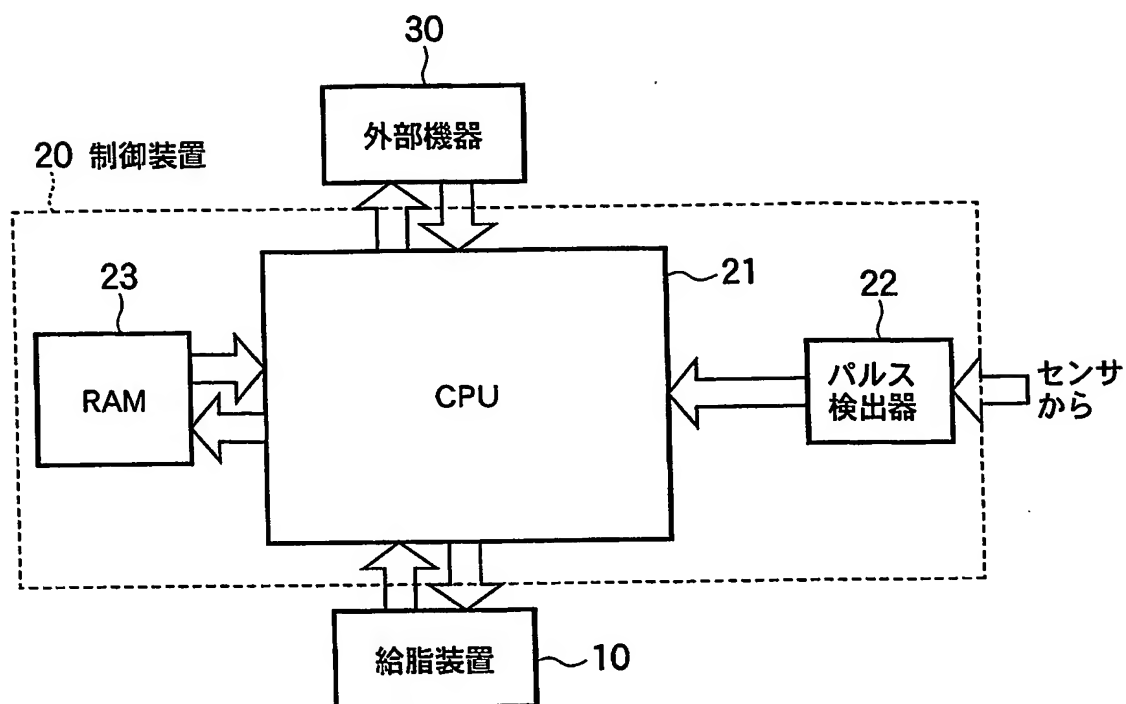
- 10 抵抗型給脂装置
- 20 制御装置

3 0	外部機器
1 0 0, 2 0 0	軸受装置
1 2 0	グリースタンク
1 2 2	給脂ノズル
1 3 0	ソレノイドバルブ
1 4 0	コンプレッサ
1 5 0	主軸装置
3 1 0	グリース補給ユニット

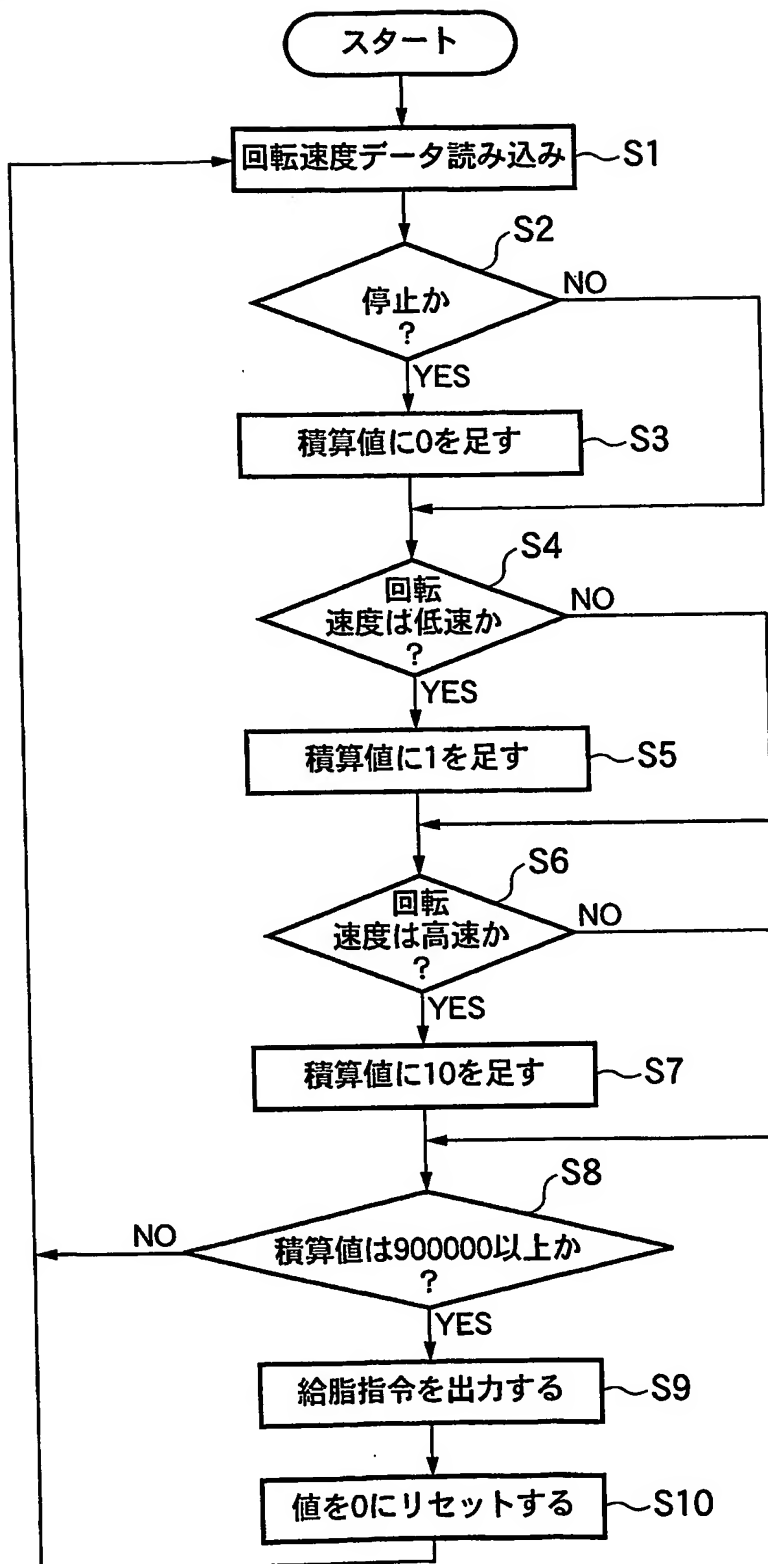
【図2】



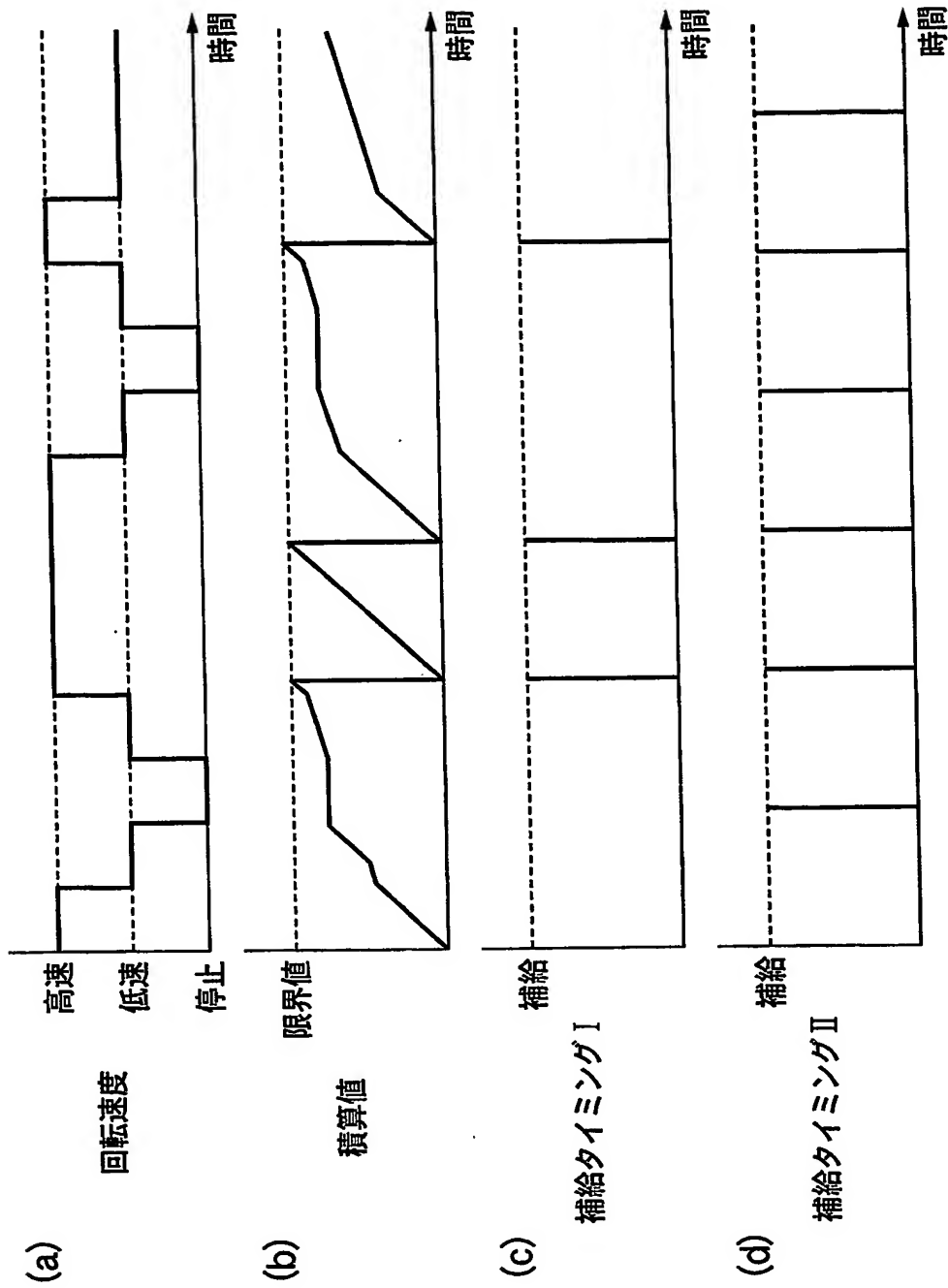
【図 3】



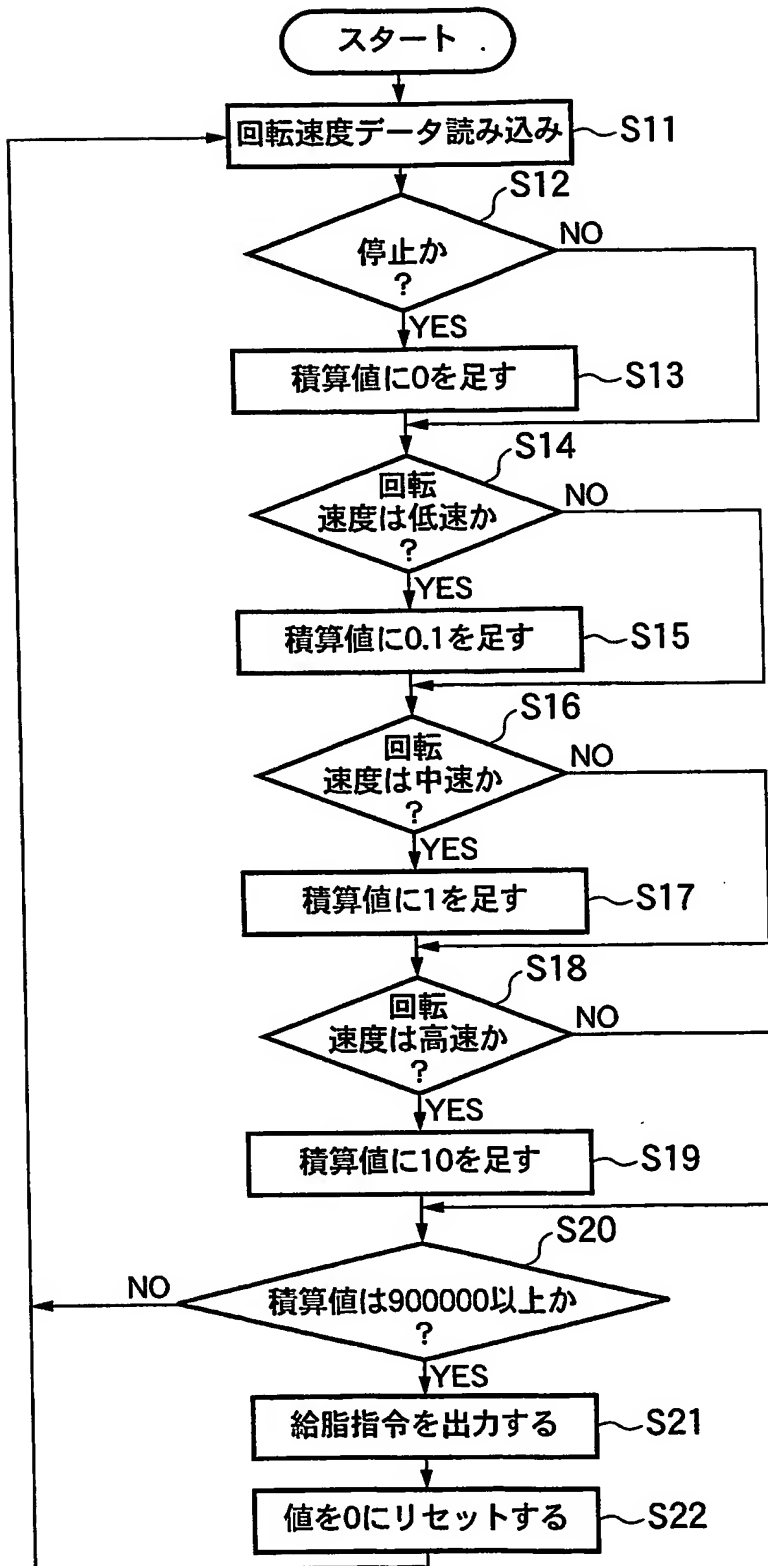
【図 4】



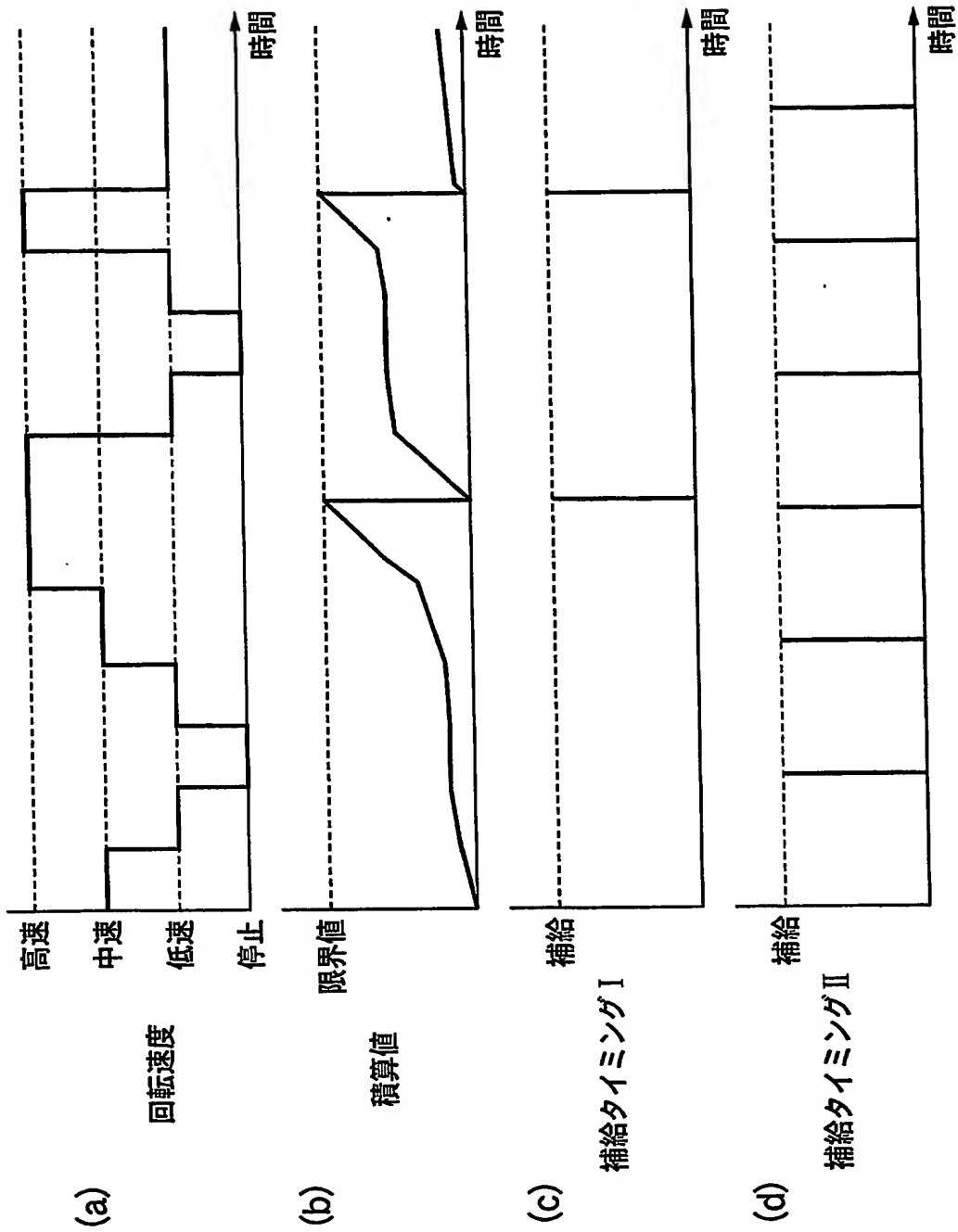
【図 5】



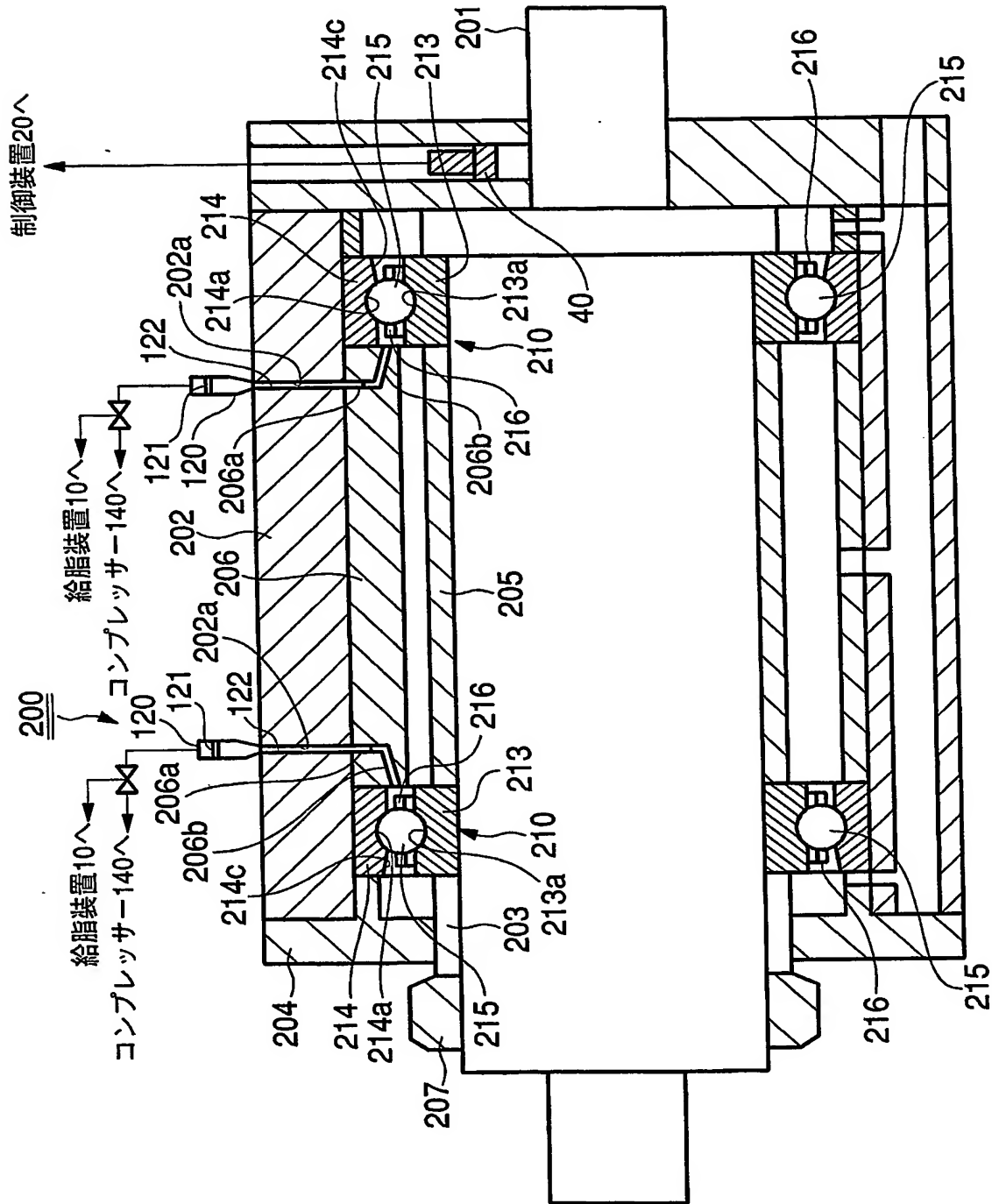
【図 6】



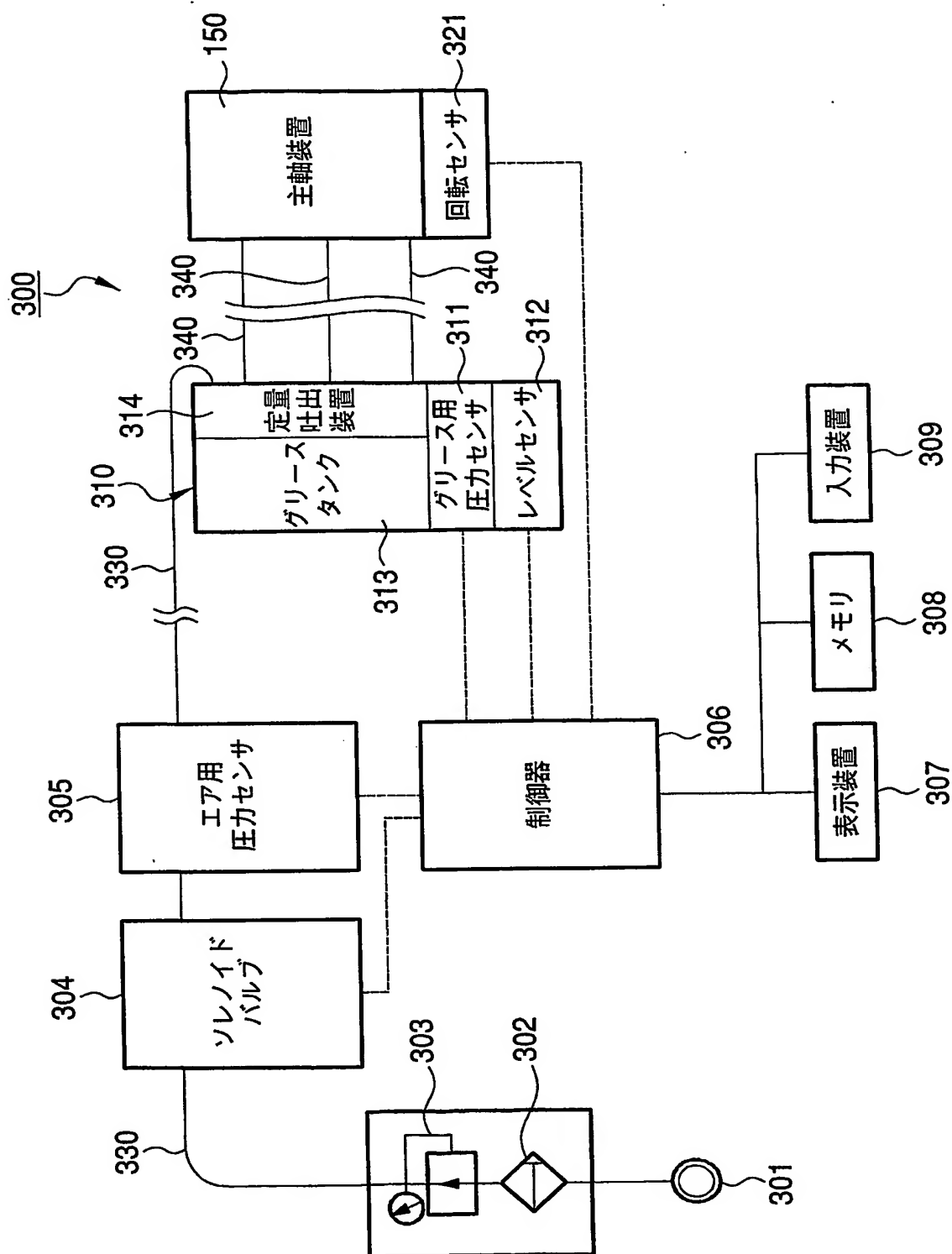
【図 7】



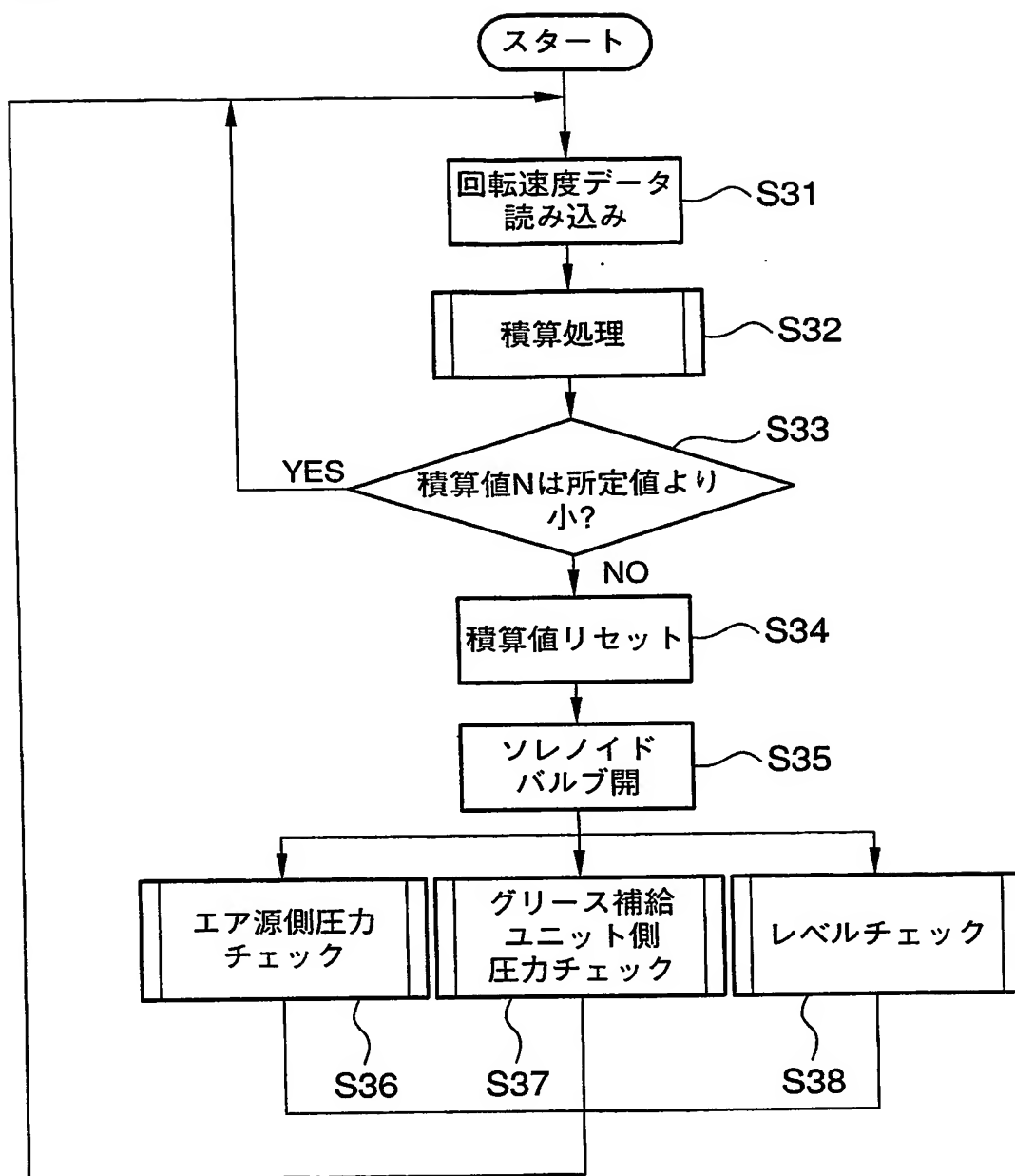
【図 8】



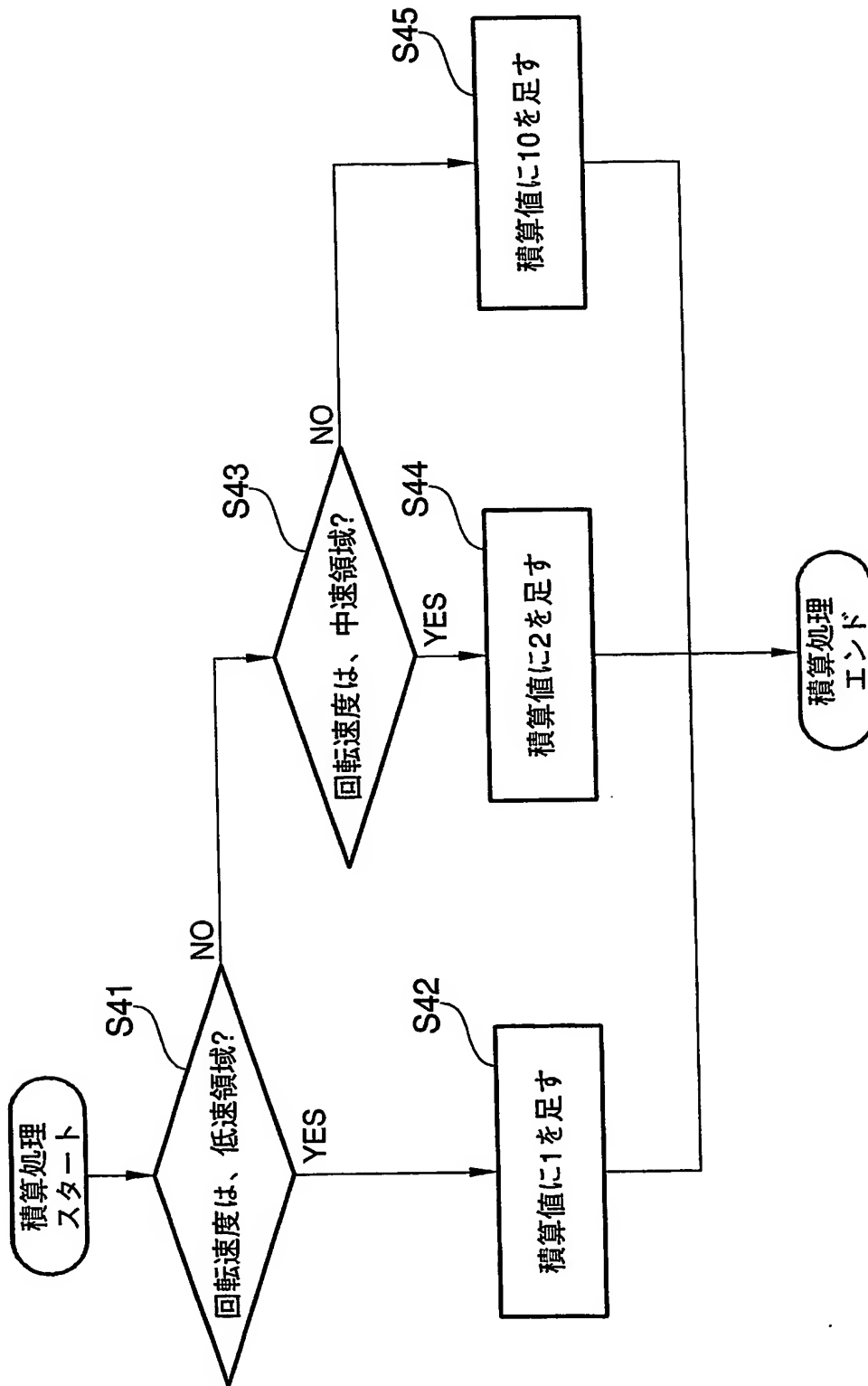
【図 9】



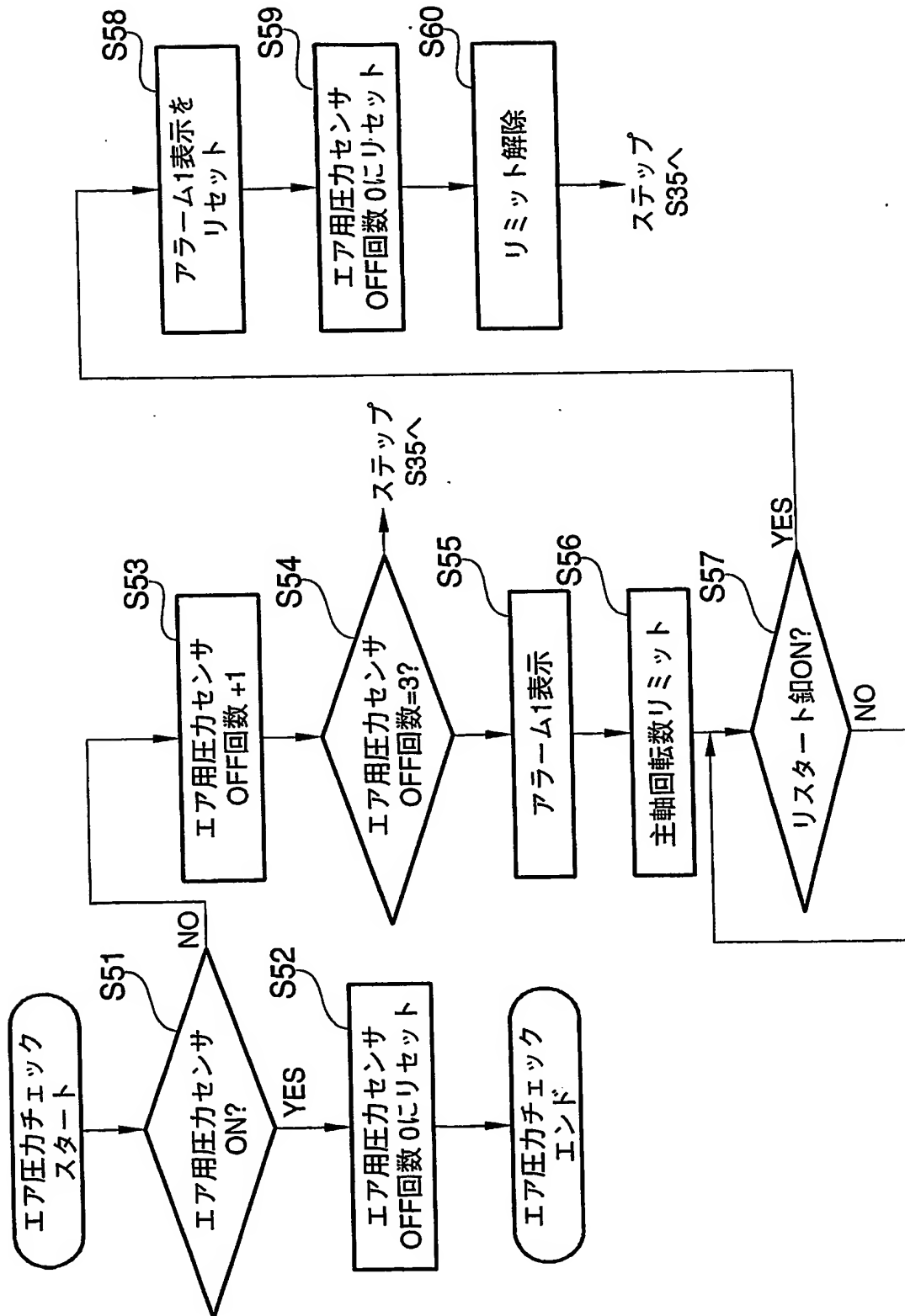
【図 11】



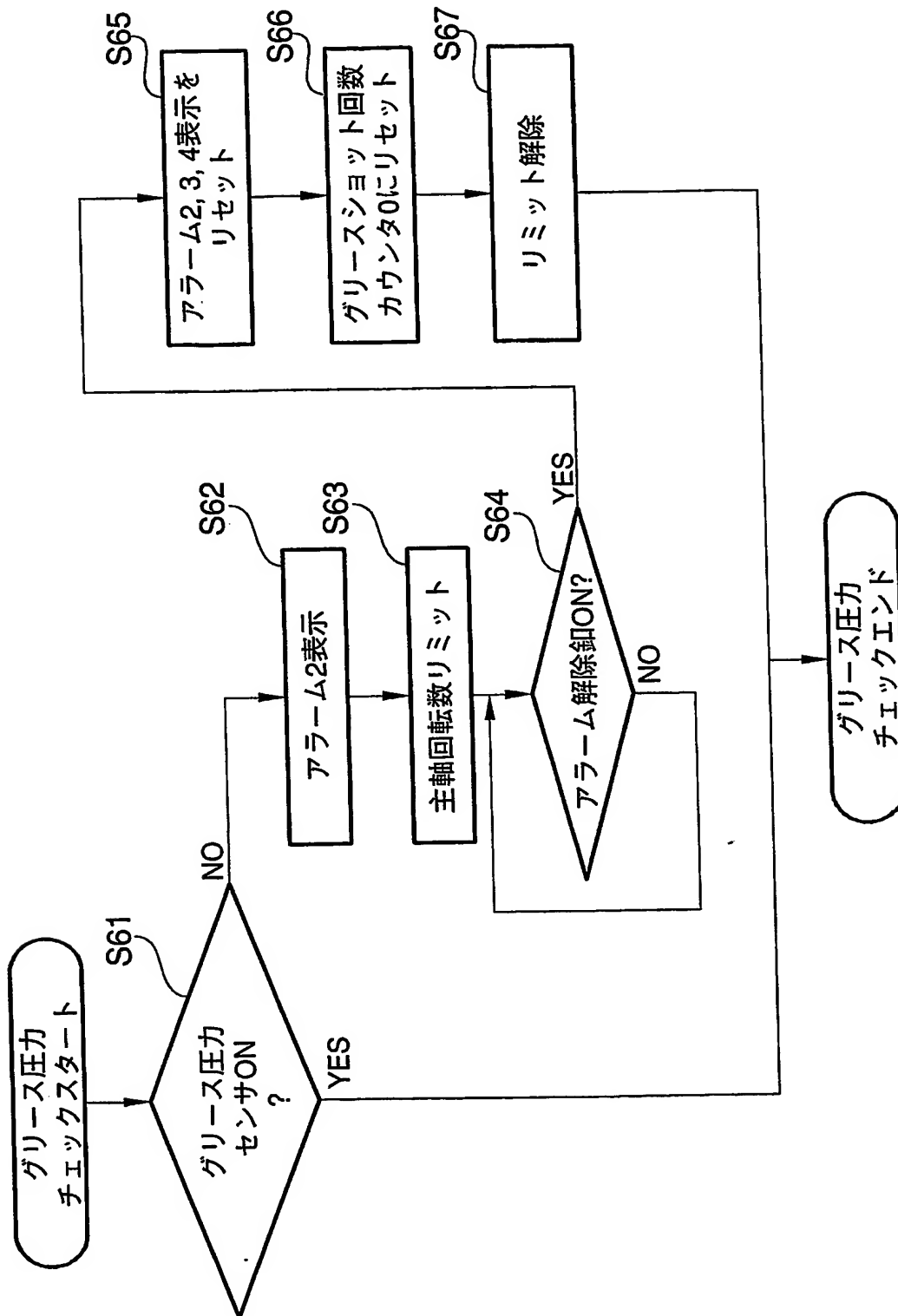
【図 12】



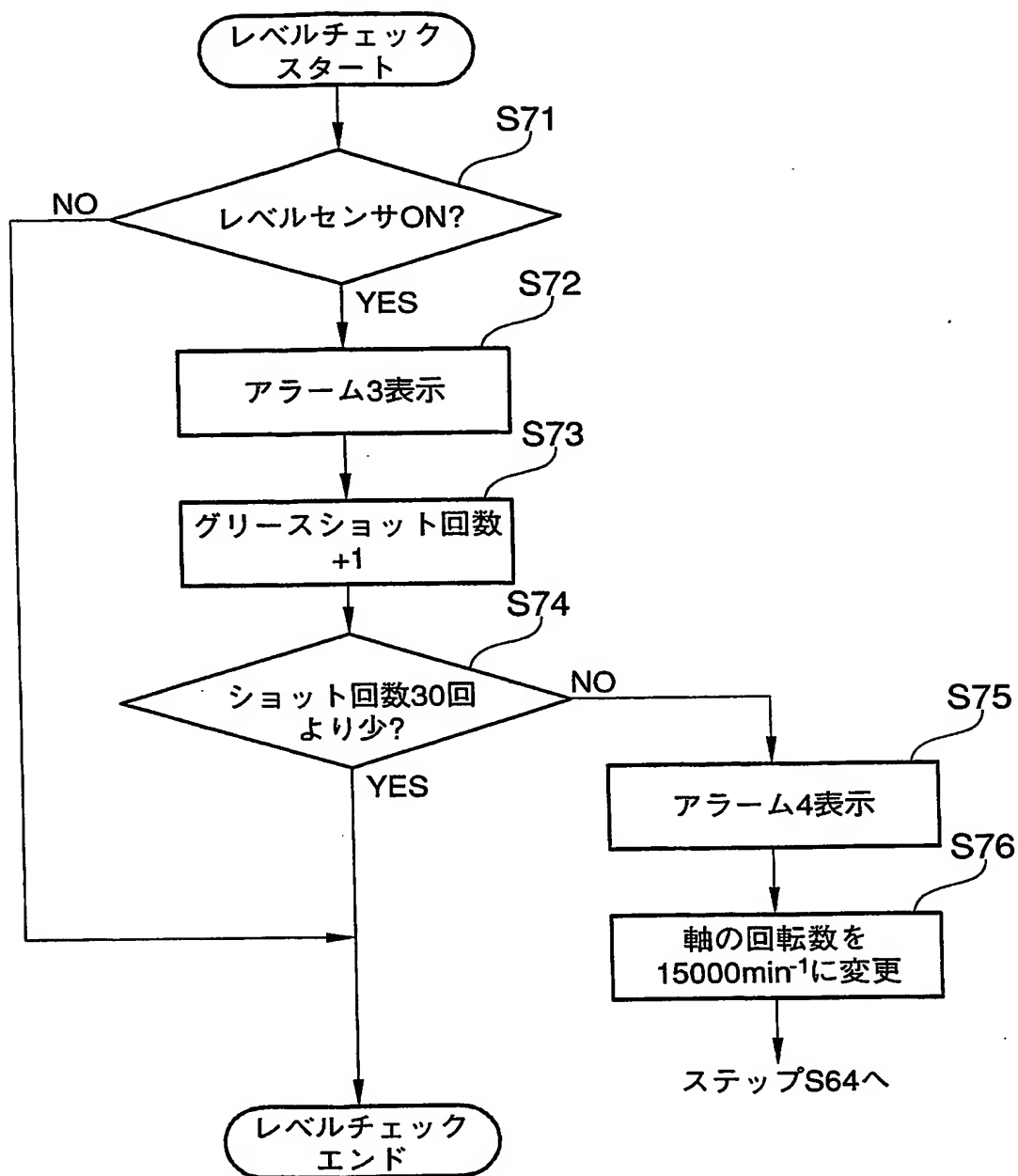
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 グリースの攪拌抵抗による影響を最小限に抑えるとともに、軸受の長寿命化を図る。

【解決手段】 軸を回転自在に支持する転がり軸受の内部に追加グリースを補給するグリース補給手段と、前記軸の回転速度に応じて、前記グリース補給手段が前記追加グリースを補給する補給タイミングを制御する制御手段と、を有することを特徴とする潤滑装置。

【選択図】 図 9

特願 2003-270786

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004204]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎1丁目6番3号

氏 名

日本精工株式会社